

NODE FOR OPTICAL COMMUNICATION, OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM USING THE SAME AND NODE FAILURE RECOVERING METHOD

Patent Number: JP11289295

Publication date: 1999-10-19

Inventor(s): ASAHI KOJI

Applicant(s):: NEC CORP

Requested Patent: ☐ JP11289295

Application Number: JP19980088492 19980401

Priority Number(s):

IPC Classification: H04B10/02 ; H04J14/00 ; H04J14/02 ; H04B10/20

EC Classification:

Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress scale increase of a light switch while securing the reliability of a system by providing 1st to 3rd optical path switching means.

SOLUTION: Input terminals 1-1 to 1-m and output terminals 7-1 to 7-m are respectively connected to desired other stations (node) and the transmission path of each optical signal is optionally set by the path setting of $n \times n$ light switches. The other outputs of 1×2 light switches 2-1 to 2-m are connected to $m \times 1$ light switch 8, inputted to a spare system receiving circuit 'Rx (P)' of p pieces of optical transmission devices 15-1 to 15-p through $1 \times p$ light switch 13 and constructs a detour circuit for protection. Similarly, outputs of a spare system transmission circuit 'Tx (P)' of p pieces of optical transmitting devices 14-1 to 14-p are connected to 2×1 light switches 5-1 to 5-m through $p \times 1$ light switch 12 and $1 \times m$ light switch 9 and constructs a detour circuit.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-289295

(43) 公開日 平成11年(1999)10月19日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 B 10/02

H 0 4 B 9/00

T

H 0 4 J 14/00

E

14/02

N

H 0 4 B 10/20

審査請求 有 請求項の数61 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願平10-88492

(22) 出願日 平成10年(1998)4月1日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 朝日 光司

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

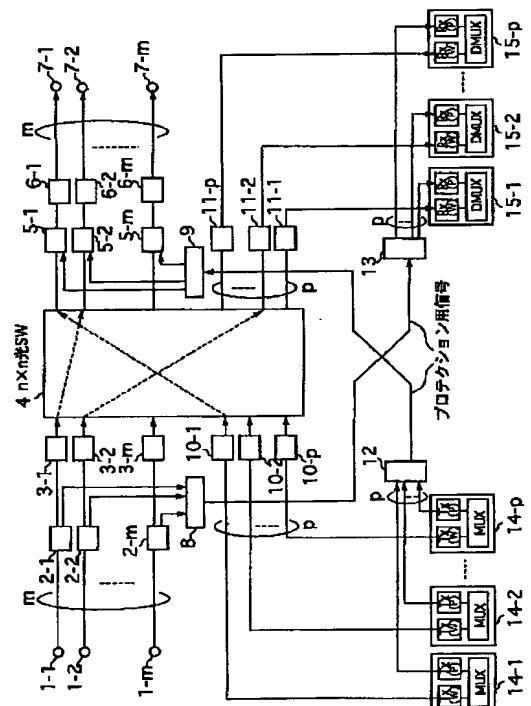
(54) 【発明の名称】 光通信用ノード及びこれを用いた光伝送システム並びに
法

ノード障害回復方

(57) 【要約】

【課題】 信頼性を低下させることなく、構成を簡易とした光通信用ノード及びこれにより構成される光伝送システムを提供する。

【解決手段】 光伝送システムを構成する、第1乃至第3の光路切替手段から成る光通信用ノードにおいて、第1及び第3の光路切替手段に接続される予備用光伝送装置のうち、障害復旧に必要なもののみを入出力光経路に接続する。光通信用ノードへの入力光信号は波長多重光信号でもよく、その場合は、入力側に波長分離手段、出力側に波長合流手段を設け、1波長をプロテクション用波長に割り当てる。複数の光通信用ノードの入力端子と出力端子を互いに接続することにより、光伝送システムが構成される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力される少なくとも 1 つの光信号の経路を切り替える光通信用ノードであって、
 少なくとも 1 つの入力端子に、前記少なくとも 1 つの光信号が入力され、少なくとも 1 つの出力端子の各々と前記少なくとも 1 つの入力端子とを選択的に接続する第 1 の光路切替手段と、
 該第 1 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子からの出力光信号が入力される少なくとも 1 つの入力端子と少なくとも 1 つの出力端子の各々が選択的に接続される第 2 の光路切替手段と、
 該第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子からの出力光信号が入力される少なくとも 1 つの入力端子が、少なくとも 1 つの出力端子の各々に選択的に接続される第 3 の光路切替手段とを備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 2】 入力される少なくとも 1 つの光信号の経路を切り替える光通信用ノードであって、
 少なくとも 1 つの入力端子に、前記少なくとも 1 つの光信号が入力され、少なくとも 1 つの出力端子の各々と前記少なくとも 1 つの入力端子とを選択的に接続する第 1 の光路切替手段と、
 該第 1 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子の一部からの出力光信号が入力される少なくとも 1 つの入力端子と少なくとも 1 つの出力端子の各々が選択的に接続される第 2 の光路切替手段と、
 該第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子からの出力光信号が入力される少なくとも 1 つの第 1 の入力端子及び少なくとも 1 つの第 2 の入力端子が、少なくとも 1 つの出力端子の各々に選択的に接続される第 3 の光路切替手段とを備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 3】 請求項 2 記載の光通信用ノードであって、
 前記第 1 の光路切替手段が、
 前記少なくとも 1 つの光信号のうち 1 つを選択出力端子から選択的に出力し、前記少なくとも 1 つの光信号の全てを前記選択出力端子以外の出力端子から出力する第 4 の光路切替手段と、
 前記選択出力端子からの出力光信号が入力端子から入力され、該入力端子を少なくとも 1 つの出力端子の一に選択的に接続する第 1 のセレクトとを備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 4】 請求項 2 記載の光通信用ノードであって、
 前記第 3 の光路切替手段が、
 前記少なくとも 1 つの第 2 の入力端子を一のセレクト出力端子と選択的に接続する第 2 のセレクトと、
 該セレクト出力端子及び前記少なくとも 1 つの第 1 の入力端子が入力端子に接続され、出力端子が前記少なくと

も 1 つの出力端子に接続されている第 5 の光路切替手段とを備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 5】 請求項 3 記載の光通信用ノードであって、
 前記第 4 の光路切替手段が、
 前記少なくとも 1 つの入力端子の各々に入力端子が接続され、第 1 の出力端子が前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの入力端子に接続された少なくとも 1 つの光分岐器と、
 該少なくとも 1 つの光分岐器の各々の第 2 の出力端子が、少なくとも 1 つの入力端子に接続され、該少なくとも 1 つの入力端子を一のセレクト出力端子と選択的に接続する第 3 のセレクトとを備え、
 該第 3 のセレクトの前記セレクト出力端子が、前記第 1 のセレクトの入力端子に接続されることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 6】 請求項 4 記載の光通信用ノードであって、
 前記第 5 の光路切替手段が、
 前記第 2 のセレクトのセレクト出力端子が入力端子に接続され、該入力端子と少なくとも 1 つの出力端子の一を選択的に接続する第 4 のセレクトと、
 該第 4 のセレクトの前記少なくとも 1 つの出力端子の各々が、第 1 の入力端子に接続され、第 2 の入力端子が前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子の各々に接続された少なくとも 1 つの光合流器とを備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 7】 請求項 3 記載の光通信用ノードであって、
 前記第 4 の光路切替手段が、
 前記少なくとも 1 つの入力端子の各々に入力端子が接続され、第 1 の出力端子が前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの入力端子に接続され、入力端子を出力端子の一に選択的に接続する少なくとも 1 つの光スイッチと、
 該少なくとも 1 つの光スイッチの各々の第 2 の出力端子が、少なくとも 1 つの入力端子に接続され、該少なくとも 1 つの入力端子からの入力光信号を合流して合流光信号を出力する光合流器とを備え、
 該合流光信号が、前記第 1 のセレクトの入力端子に接続されることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 8】 請求項 4 記載の光通信用ノードであって、
 前記第 5 の光路切替手段が、
 前記第 2 のセレクトのセレクト出力端子が入力端子に接続され、入力された光信号を複数の分岐光信号に分割する光分岐器と、
 該複数の分岐光信号の各々が、第 1 の入力端子に入力され、第 2 の入力端子が前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子の各々に接続され、該第 1 の入

力端子もしくは第 2 の入力端子を選択的に出力端子に接続する、少なくとも 1 つの光スイッチとを備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 9】 請求項 3 記載の光通信用ノードであって、
前記第 4 の光路切替手段が、
前記少なくとも 1 つの入力端子の各々に入力端子が接続され、第 1 の出力端子が前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの入力端子に接続され、入力端子を出力端子の一に選択的に接続する少なくとも 1 つの光スイッチと、
該少なくとも 1 つの光スイッチの各々の第 2 の出力端子が、少なくとも 1 つの入力端子に接続され、該少なくとも 1 つの入力端子を一のセレクト出力端子と選択的に接続する第 3 のセレクトとを備え、
該第 3 のセレクトの前記セレクト出力端子が、前記第 1 のセレクトの入力端子に接続されることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 10】 請求項 4 記載の光通信用ノードであって、
前記第 5 の光路切替手段が、
前記第 2 のセレクトのセレクト出力端子が入力端子に接続され、該入力端子と少なくとも 1 つの出力端子の一を選択的に接続する第 4 のセレクトと、
該第 4 のセレクトの前記少なくとも 1 つの出力端子の各々が、第 1 の入力端子に接続され、第 2 の入力端子が前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子の各々に接続され、該第 1 の入力端子もしくは第 2 の入力端子を選択的に出力端子に接続する、少なくとも 1 つの光スイッチとを備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 11】 請求項 2 記載の光通信用ノードであって、
前記第 1 の光路切替手段が、
前記少なくとも 1 つの入力端子の各々に入力端子が接続され、第 1 の出力端子が前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの入力端子に接続された少なくとも 1 つの光分岐器と、
該少なくとも 1 つの光分岐器の第 2 の出力端子の各々が入力端子に接続され、出力端子が前記少なくとも 1 つの出力端子に接続され、該入力端子と該出力端子が選択的に接続される第 6 の光路切替手段とを備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 12】 請求項 2 記載の光通信用ノードであって、
前記第 3 の光路切替手段が、
前記少なくとも 1 つの第 2 の入力端子が入力端子に接続され、該入力端子と出力端子が選択的に接続される第 7 の光路切替手段と、
該第 7 の光路切替手段の前記出力端子の各々が、第 1 の

入力端子に接続され、第 2 の入力端子が前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子の各々に接続された少なくとも 1 つの光合流器とを備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 13】 請求項 2 記載の光通信用ノードであって、
前記第 1 の光路切替手段が、
前記少なくとも 1 つの入力端子の各々に入力端子が接続され、第 1 の出力端子が前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの入力端子に接続され、入力端子を出力端子の一に選択的に接続する少なくとも 1 つの光スイッチと、
該少なくとも 1 つの光スイッチの第 2 の出力端子の各々が入力端子に接続され、出力端子が前記少なくとも 1 つの出力端子に接続され、該入力端子と該出力端子が選択的に接続される第 6 の光路切替手段とを備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 14】 請求項 2 記載の光通信用ノードであって、
前記第 3 の光路切替手段が、
前記少なくとも 1 つの第 2 の入力端子が入力端子に接続され、該入力端子と出力端子が選択的に接続される第 7 の光路切替手段と、
該第 7 の光路切替手段の前記出力端子の各々が、第 1 の入力端子に接続され、第 2 の入力端子が前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子の各々に接続され、該第 1 の入力端子もしくは第 2 の入力端子を選択的に出力端子に接続する、少なくとも 1 つの光スイッチとを備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 15】 請求項 2 乃至請求項 14 のいずれかの請求項に記載された光通信用ノードであって、前記光通信用ノードはさらに、
前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの入力端子のうち、前記第 1 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子が接続されていない入力端子に光信号を入力するよう接続された、少なくとも 1 つの現用光送信手段と、
前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子のうち、前記第 3 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの入力端子が接続されていない出力端子から出力される光信号が入力されるよう接続された、少なくとも 1 つの現用光受信手段と、
前記第 3 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの入力端子に光信号を入力するよう接続された、少なくとも 1 つの予備光送信手段と、
前記第 1 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子から出力される光信号が入力されるよう接続された、少なくとも 1 つの予備光受信手段と、
を備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 16】 請求項 2 乃至請求項 15 のいずれかの

請求項に記載された光通信用ノードであって、前記光通信用ノードはさらに、

前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの入力端子に出力端子が接続されるように挿入された少なくとも 1 つの第 1 の光信号インターフェース手段と、

前記第 3 の光路切替手段の出力端子に入力端子が接続されるように挿入された少なくとも 1 つの第 2 の光信号インターフェース手段と、

前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子のうち、前記第 3 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの入力端子が接続されていない出力端子に出力端子が接続されるよう挿入された、少なくとも 1 つの第 3 の光信号インターフェース手段とを備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 1 7】 入力される少なくとも 1 つの光信号の経路を切り替える光通信用ノードであって、

少なくとも 1 つの入力端子に、前記少なくとも 1 つの光信号が入力され、少なくとも 1 つの出力端子の各々と前記少なくとも 1 つの入力端子とを選択的に接続する光路切替手段と、

該光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子の 1 つからの出力光信号が入力される入力端子と少なくとも 1 つの出力端子の各々が選択的に接続される第 1 のセレクトタと、

少なくとも 1 つの入力端子と出力端子が選択的に接続され、該出力端子が前記光路切替手段の前記少なくとも 1 つの入力端子の 1 つに接続される第 2 の光セレクトタとを備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 1 8】 請求項 1 7 に記載された光通信用ノードであって、前記光通信用ノードはさらに、

前記少なくとも 1 つの光信号が入力されていない、前記光路切替手段の前記少なくとも 1 つの入力端子に光信号を入力するよう接続された、少なくとも 1 つの現用光送信手段と、

前記光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子から出力される光信号が入力されるよう接続された、少なくとも 1 つの現用光受信手段と、

前記第 2 のセレクトタの前記少なくとも 1 つの入力端子に光信号を入力するよう接続された、少なくとも 1 つの予備光送信手段と、

前記第 1 のセレクトタの前記少なくとも 1 つの出力端子から出力される光信号が入力されるよう接続された、少なくとも 1 つの予備光受信手段と、を備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 1 9】 請求項 1 7 または請求項 1 8 のいずれかの請求項に記載された光通信用ノードであって、前記光通信用ノードはさらに、

前記光路切替手段の前記少なくとも 1 つの入力端子に出力端子が接続されるように挿入された少なくとも 1 つの第 1 の光信号インターフェース手段と、

前記光路切替手段の出力端子に出力端子が接続されるように挿入された少なくとも 1 つの第 2 の光信号インターフェース手段とを備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 2 0】 入力される少なくとも 1 つの波長多重光信号の経路を切り替える光通信用ノードであって、前記少なくとも 1 つの波長多重光信号の各々を各波長成分に分波し、少なくとも 1 つの波長分離光信号を出力する少なくとも 1 つの波長分離手段と、

前記少なくとも 1 つの波長分離光信号のうち、予め定められた波長を有する少なくとも 1 つの予備波長光信号が入力され、出力端子の各々から選択的に出力する第 1 の光路切替手段と、

前記波長分離光信号のうち、前記第 1 の光路切替手段に入力されない波長分離光信号、及び前記第 1 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子の一部からの出力光信号が入力される少なくとも 1 つの入力端子と少なくとも 1 つの出力端子の各々が選択的に接続される第 2 の光路切替手段と、

該第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子からの出力光信号が入力される少なくとも 1 つの第 1 の入力端子及び少なくとも 1 つの第 2 の入力端子が、少なくとも 1 つの出力端子の各々に選択的に接続される第 3 の光路切替手段と、

該第 3 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子から出力される光信号及び、前記第 2 の光路切替手段の出力光信号に含まれる、互いに異なる波長を有する光信号を多重し、波長多重光信号を出力する少なくとも 1 つの波長合流手段とを備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 2 1】 請求項 2 0 記載の光通信用ノードであって、

前記第 1 の光路切替手段が、

前記少なくとも 1 つの波長分離光信号のうち 1 つを選択出力端子から選択的に出力し、前記少なくとも 1 つの波長分離光信号の全てを前記選択出力端子以外の出力端子から出力する第 4 の光路切替手段と、

前記選択出力端子からの出力光信号が入力端子から入力され、該入力端子を少なくとも 1 つの出力端子の一に選択的に接続する第 1 のセレクトタとを備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 2 2】 請求項 2 0 記載の光通信用ノードであって、

前記第 3 の光路切替手段が、

前記少なくとも 1 つの第 2 の入力端子を一のセレクト出力端子と選択的に接続する第 2 のセレクトタと、

該セレクト出力端子及び前記少なくとも 1 つの第 1 の入力端子が入力端子に接続され、出力端子が前記少なくとも 1 つの出力端子に接続されている第 5 の光路切替手段とを備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 2 3】 請求項 2 1 記載の光通信用ノードであって、
前記第 4 の光路切替手段が、
前記少なくとも 1 つの入力端子の各々に入力端子が接続され、第 1 の出力端子が前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの入力端子に接続された少なくとも 1 つの光分岐器と、
該少なくとも 1 つの光分岐器の各々の第 2 の出力端子が、少なくとも 1 つの入力端子に接続され、該少なくとも 1 つの入力端子を一のセレクト出力端子と選択的に接続する第 3 のセレクトとを備え、
該第 3 のセレクトの前記セレクト出力端子が、前記第 1 のセレクトの入力端子に接続されることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 2 4】 請求項 2 2 記載の光通信用ノードであって、
前記第 5 の光路切替手段が、
前記第 2 のセレクトのセレクト出力端子が入力端子に接続され、該入力端子と少なくとも 1 つの出力端子の一を選択的に接続する第 4 のセレクトと、
該第 4 のセレクトの前記少なくとも 1 つの出力端子の各々が、第 1 の入力端子に接続され、第 2 の入力端子が前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子の各々に接続された少なくとも 1 つの光合流器とを備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 2 5】 請求項 2 1 記載の光通信用ノードであって、
前記第 4 の光路切替手段が、
前記少なくとも 1 つの入力端子の各々に入力端子が接続され、第 1 の出力端子が前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの入力端子に接続され、入力端子を出力端子の一に選択的に接続する少なくとも 1 つの光スイッチと、
該少なくとも 1 つの光スイッチの各々の第 2 の出力端子が、少なくとも 1 つの入力端子に接続され、該少なくとも 1 つの入力端子からの入力光信号を合流して合流光信号を出力する光合流器とを備え、
該合流光信号が、前記第 1 のセレクトの入力端子に接続されることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 2 6】 請求項 2 2 記載の光通信用ノードであって、
前記第 5 の光路切替手段が、
前記第 2 のセレクトのセレクト出力端子が入力端子に接続され、入力された光信号を複数の分岐光信号に分割する光分岐器と、
該複数の分岐光信号の各々が、第 1 の入力端子に入力され、第 2 の入力端子が前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子の各々に接続され、該第 1 の入力端子もしくは第 2 の入力端子を選択的に出力端子に接続する、少なくとも 1 つの光スイッチとを備えているこ

とを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 2 7】 請求項 2 1 記載の光通信用ノードであって、
前記第 4 の光路切替手段が、
前記少なくとも 1 つの入力端子の各々に入力端子が接続され、第 1 の出力端子が前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの入力端子に接続され、入力端子を出力端子の一に選択的に接続する少なくとも 1 つの光スイッチと、
該少なくとも 1 つの光スイッチの各々の第 2 の出力端子が、少なくとも 1 つの入力端子に接続され、該少なくとも 1 つの入力端子を一のセレクト出力端子と選択的に接続する第 3 のセレクトとを備え、
該第 3 のセレクトの前記セレクト出力端子が、前記第 1 のセレクトの入力端子に接続されることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 2 8】 請求項 2 2 記載の光通信用ノードであって、
前記第 5 の光路切替手段が、
前記第 2 のセレクトのセレクト出力端子が入力端子に接続され、該入力端子と少なくとも 1 つの出力端子の一を選択的に接続する第 4 のセレクトと、
該第 4 のセレクトの前記少なくとも 1 つの出力端子の各々が、第 1 の入力端子に接続され、第 2 の入力端子が前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子の各々に接続され、該第 1 の入力端子もしくは第 2 の入力端子を選択的に出力端子に接続する、少なくとも 1 つの光スイッチとを備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 2 9】 請求項 2 0 記載の光通信用ノードであって、
前記第 1 の光路切替手段が、
前記少なくとも 1 つの入力端子の各々に入力端子が接続され、第 1 の出力端子が前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの入力端子に接続された少なくとも 1 つの光分岐器と、
該少なくとも 1 つの光分岐器の第 2 の出力端子の各々が入力端子に接続され、出力端子が前記少なくとも 1 つの出力端子に接続され、該入力端子と該出力端子が選択的に接続される第 6 の光路切替手段とを備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 3 0】 請求項 2 0 記載の光通信用ノードであって、
前記第 3 の光路切替手段が、
前記少なくとも 1 つの第 2 の入力端子が入力端子に接続され、該入力端子と出力端子が選択的に接続される第 7 の光路切替手段と、
該第 7 の光路切替手段の前記出力端子の各々が、第 1 の入力端子に接続され、第 2 の入力端子が前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子の各々に接続

された少なくとも1つの光合流器とを備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 3 1】 請求項 2 0 記載の光通信用ノードであって、

前記第 1 の光路切替手段が、

前記少なくとも1つの入力端子の各々に入力端子が接続され、第 1 の出力端子が前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも1つの入力端子に接続され、入力端子を出力端子の一に選択的に接続する少なくとも1つの光スイッチと、

該少なくとも1つの光スイッチの第 2 の出力端子の各々が入力端子に接続され、出力端子が前記少なくとも1つの出力端子に接続され、該入力端子と該出力端子が選択的に接続される第 6 の光路切替手段とを備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 3 2】 請求項 2 0 記載の光通信用ノードであって、

前記第 3 の光路切替手段が、

前記少なくとも1つの第 2 の入力端子が入力端子に接続され、該入力端子と出力端子が選択的に接続される第 7 の光路切替手段と、

該第 7 の光路切替手段の前記出力端子の各々が、第 1 の入力端子に接続され、第 2 の入力端子が前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも1つの出力端子の各々に接続され、該第 1 の入力端子もしくは第 2 の入力端子を選択的に出力端子に接続する、少なくとも1つの光スイッチとを備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 3 3】 請求項 2 0 乃至請求項 3 2 のいずれかの請求項に記載された光通信用ノードであって、前記光通信用ノードはさらに、

前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも1つの入力端子のうち、前記第 1 の光路切替手段の前記少なくとも1つの出力端子及び前記少なくとも1つの波長分離手段の出力端子が接続されていない入力端子に光信号を入力するよう接続された、少なくとも1つの現用光送信手段と、

前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも1つの出力端子のうち、前記第 3 の光路切替手段の前記少なくとも1つの入力端子及び前記少なくとも1つの波長合流手段の入力端子が接続されていない出力端子から出力される光信号が入力されるよう接続された、少なくとも1つの現用光受信手段と、

前記第 3 の光路切替手段の前記少なくとも1つの入力端子に光信号を入力するよう接続された、少なくとも1つの予備光送信手段と、

前記第 1 の光路切替手段の前記少なくとも1つの出力端子から出力される光信号が入力されるよう接続された、少なくとも1つの予備光受信手段と、

を備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 3 4】 請求項 2 0 乃至請求項 3 3 のいずれか

の請求項に記載された光通信用ノードであって、前記光通信用ノードはさらに、

前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも1つの入力端子に出力端子が接続されるように挿入された少なくとも1つの第 1 の光信号インターフェース手段と、

前記少なくとも1つの波長合流手段の入力端子に出力端子が接続されるように挿入された少なくとも1つの第 2 の光信号インターフェース手段と、

前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも1つの出力端子のうち、前記第 3 の光路切替手段の前記少なくとも1つの入力端子あるいは前記少なくとも1つの波長合流手段の入力端子が接続されていない出力端子に入力端子が接続されるよう挿入された、少なくとも1つの第 3 の光信号インターフェース手段とを備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 3 5】 入力される少なくとも1つの波長多重光信号の経路を切り替える光通信用ノードであって、

前記少なくとも1つの波長多重光信号の各々を各波長成分に分波し、少なくとも1つの波長分離光信号を出力する少なくとも1つの波長分離手段と、

少なくとも1つの入力端子に、前記少なくとも1つの波長分離光信号が入力され、少なくとも1つの出力端子の各々と前記少なくとも1つの入力端子とを選択的に接続する光路切替手段と、

該光路切替手段の前記少なくとも1つの出力端子の 1 つからの出力光信号が入力される入力端子と少なくとも1つの出力端子の各々が選択的に接続される第 1 のセレクトタと、

少なくとも1つの入力端子と出力端子が選択的に接続され、該出力端子が前記光路切替手段の前記少なくとも1つの入力端子の 1 つに接続される第 2 の光セレクトタと、前記光路切替手段の前記少なくとも1つの出力端子から出力される光信号に含まれる、互いに異なる波長を有する光信号を多重し、波長多重光信号を出力する少なくとも1つの波長合流手段とを備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 3 6】 請求項 3 5 に記載された光通信用ノードであって、前記光通信用ノードはさらに、

前記少なくとも1つの波長分離光信号が入力されていない、前記光路切替手段の前記少なくとも1つの入力端子に光信号を入力するよう接続された、少なくとも1つの現用光送信手段と、

前記光路切替手段の前記少なくとも1つの出力端子から出力される光信号が入力されるよう接続された、少なくとも1つの現用光受信手段と、

前記第 2 のセレクトタの前記少なくとも1つの入力端子に光信号を入力するよう接続された、少なくとも1つの予備光送信手段と、

前記第 1 のセレクトタの前記少なくとも1つの出力端子から出力される光信号が入力されるよう接続された、少な

くとも1つの予備光受信手段と、

を備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項37】 請求項35または請求項36のいずれかの請求項に記載された光通信用ノードであって、前記光通信用ノードはさらに、

前記光路切替手段の前記少なくとも1つの入力端子に出力端子が接続されるように挿入された少なくとも1つの第1の光信号インターフェース手段と、

前記光路切替手段の出力端子に入力端子が接続されるように挿入された少なくとも1つの第2の光信号インターフェース手段とを備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項38】 請求項20乃至請求項37のいずれかの請求項に記載された光通信用ノードであって、前記波長分離手段は、アレイ導波路回折格子を備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項39】 請求項20乃至請求項37のいずれかの請求項に記載された光通信用ノードであって、前記波長合流手段は、アレイ導波路回折格子を備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項40】 請求項20乃至請求項37のいずれかの請求項に記載された光通信用ノードであって、前記波長合流手段は、融着型光ファイバコブラを備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項41】 請求項16または請求項34のいずれかの請求項に記載された光通信用ノードであって、前記第1乃至第3の光信号インターフェース手段は、前記入力端子から入力された光信号を第1及び第2の分岐光信号に分岐し、該第1の分岐光信号を前記出力端子に出力する光分岐手段と、前記第2の分岐光信号が入力され、該第2の分岐光信号のパワーあるいは波長を測定する光モニタ手段とを備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項42】 請求項16または請求項34のいずれかの請求項に記載された光通信用ノードであって、前記第1乃至第3の光信号インターフェース手段は、前記入力端子から入力された光信号を電気信号に変換して出力する光受信手段と、該電気信号を光信号に変換して前記出力端子に出力する光送信手段と、を備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項43】 請求項42に記載された光通信用ノードであって、前記第1乃至第3の光信号インターフェース手段は、さらに、前記電気信号が入力され、該電気信号を構成するデジタル信号の内容を解読し、あるいはビット誤りを測定する電気信号モニタ手段を備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項44】 請求項16または請求項34のいずれ

かの請求項に記載された光通信用ノードであって、

前記第1乃至第3の光信号インターフェース手段は、前記入力端子から入力された光信号を電気信号に変換して出力する光受信手段と、

該電気信号を構成する同期デジタルハイアラキ規格のデジタル信号のセクションオーバーヘッドを終端し、同期デジタルハイアラキ規格に準拠したデジタル出力信号を出力するオーバーヘッド終端手段と、

該デジタル出力信号を光信号に変換して前記出力端子に出力する光送信手段と、

を備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項45】 請求項19または請求項37のいずれかの請求項に記載された光通信用ノードであって、前記第1及び第2の光信号インターフェース手段は、前記入力端子から入力された光信号を第1及び第2の分岐光信号に分岐し、該第1の分岐光信号を前記出力端子に出力する光分岐手段と、

前記第2の分岐光信号が入力され、該第2の分岐光信号のパワーあるいは波長を測定する光モニタ手段とを備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項46】 請求項19または請求項37のいずれかの請求項に記載された光通信用ノードであって、前記第1及び第2の光信号インターフェース手段は、前記入力端子から入力された光信号を電気信号に変換して出力する光受信手段と、該電気信号を光信号に変換して前記出力端子に出力する光送信手段と、

を備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項47】 請求項43に記載された光通信用ノードであって、前記第1及び第2の光信号インターフェース手段は、さらに、

前記電気信号が入力され、該電気信号を構成するデジタル信号の内容を解読し、あるいはビット誤りを測定する電気信号モニタ手段を備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項48】 請求項19または請求項37のいずれかの請求項に記載された光通信用ノードであって、前記第1及び第2の光信号インターフェース手段は、前記入力端子から入力された光信号を電気信号に変換して出力する光受信手段と、

該電気信号を構成する同期デジタルハイアラキ規格のデジタル信号のセクションオーバーヘッドを終端し、同期デジタルハイアラキ規格に準拠したデジタル出力信号を出力するオーバーヘッド終端手段と、

該デジタル出力信号を光信号に変換して前記出力端子に出力する光送信手段と、

を備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項49】 請求項2乃至請求項48のいずれかの請求項に記載された光通信用ノードであって、

前記光通信用ノードの入力端子から出力端子に至る光経路に挿入された光増幅手段を備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 5 0】 請求項 4 9 に記載された光通信用ノードであって、

前記光増幅手段は光ファイバ増幅器を備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 5 1】 請求項 4 9 に記載された光通信用ノードであって、

前記光増幅手段は半導体光増幅器を備えていることを特徴とする光通信用ノード。

【請求項 5 2】 請求項 1 5 に記載された光通信用ノードに対するノード障害回復方法であって、

前記光通信用ノードの前記少なくとも 1 つの入力端子から前記少なくとも 1 つの現用光受信手段に至る光経路が伝送不能となったことを検出する障害検出工程と、
該障害検出工程で伝送不能となったことを検出した場合には、前記第 1 の光路切替手段を切り替え、伝送不能となった光経路に対応する前記入力端子と、前記少なくとも 1 つの予備光受信手段の一との間に光経路を形成する光路切替工程とを含むことを特徴とするノード障害回復方法。

【請求項 5 3】 請求項 1 5 に記載された光通信用ノードに対するノード障害回復方法であって、
前記光通信用ノードの前記少なくとも 1 つの現用光送信手段から前記少なくとも 1 つの出力端子に至る光経路が伝送不能となったことを検出する障害検出工程と、
該障害検出工程で伝送不能となったことを検出した場合には、前記第 3 の光路切替手段を切り替え、伝送不能となった光経路に対応する前記出力端子と、前記少なくとも 1 つの予備光送信手段の一との間に光経路を形成する光路切替工程とを含むことを特徴とするノード障害回復方法。

【請求項 5 4】 請求項 1 8 に記載された光通信用ノードに対するノード障害回復方法であって、
前記光通信用ノードの前記少なくとも 1 つの現用光送信手段から前記少なくとも 1 つの出力端子に至る光経路が伝送不能となったことを検出する障害検出工程と、
該障害検出工程で伝送不能となったことを検出した場合には、前記光路切替手段及び前記第 2 のセクタを切り替え、伝送不能となった光経路に対応する前記出力端子と、前記少なくとも 1 つの予備光送信手段の一との間に光経路を形成する光路切替工程とを含むことを特徴とするノード障害回復方法。

【請求項 5 5】 請求項 1 8 に記載された光通信用ノードに対するノード障害回復方法であって、
前記光通信用ノードの前記少なくとも 1 つの入力端子から前記少なくとも 1 つの現用光受信手段に至る光経路が伝送不能となったことを検出する障害検出工程と、
該障害検出工程で伝送不能となったことを検出した場合

には、前記光路切替手段及び前記第 1 のセクタを切り替え、伝送不能となった光経路に対応する前記入力端子と、前記少なくとも 1 つの予備光受信手段の一との間に光経路を形成する光路切替工程とを含むことを特徴とするノード障害回復方法。

【請求項 5 6】 請求項 3 3 に記載された光通信用ノードに対するノード障害回復方法であって、

前記光通信用ノードの前記少なくとも 1 つの現用光送信手段から前記少なくとも 1 つの出力端子に至る光経路が伝送不能となったことを検出する障害検出工程と、
該障害検出工程で伝送不能となったことを検出した場合及び送信先の光通信用ノードから切替要求を受け取った場合には、前記第 3 の光路切替手段を切り替え、伝送不能となった光経路に対応する前記出力端子と、前記少なくとも 1 つの予備光送信手段の一との間に光経路を形成する光路切替工程とを含むことを特徴とするノード障害回復方法。

【請求項 5 7】 請求項 3 3 に記載された光通信用ノードに対するノード障害回復方法であって、

前記光通信用ノードの前記少なくとも 1 つの入力端子から前記少なくとも 1 つの現用光受信手段に至る光経路が伝送不能となったことを検出する障害検出工程と、
該障害検出工程で伝送不能となったことを検出した場合には、送信元の光通信用ノードに送信光の波長を予め定められたプロテクション波長に切り替える旨の切替要求を送出し、さらに前記第 1 の光路切替手段を切り替え、伝送不能となった光経路に対応する前記入力端子と、前記少なくとも 1 つの予備光受信手段の一との間に光経路を形成する光路切替工程とを含むことを特徴とするノード障害回復方法。

【請求項 5 8】 請求項 3 6 に記載された光通信用ノードに対するノード障害回復方法であって、

前記光通信用ノードの前記少なくとも 1 つの現用光送信手段から前記少なくとも 1 つの出力端子に至る光経路が伝送不能となったことを検出する障害検出工程と、
該障害検出工程で伝送不能となったことを検出した場合及び送信先の光通信用ノードから切替要求を受け取った場合には、前記光路切替手段及び前記第 2 のセクタを切り替え、伝送不能となった光経路に対応する前記出力端子と、前記少なくとも 1 つの予備光送信手段の一との間に光経路を形成する光路切替工程とを含むことを特徴とするノード障害回復方法。

【請求項 5 9】 請求項 3 6 に記載された光通信用ノードに対するノード障害回復方法であって、

前記光通信用ノードの前記少なくとも 1 つの入力端子から前記少なくとも 1 つの現用光受信手段に至る光経路が伝送不能となったことを検出する障害検出工程と、
該障害検出工程で伝送不能となったことを検出した場合には、送信元の光通信用ノードに送信光の波長を予め定められたプロテクション波長に切り替える旨の切替要求

を送出し、さらに前記光路切替手段及び前記第1のセレクタを切り替え、伝送不能となった光経路に対応する前記入力端子と、前記少なくとも1つの予備光受信手段の一との間に光経路を形成する光路切替工程とを含むことを特徴とするノード障害回復方法。

【請求項60】 複数の光通信用ノードを接続して相互に通信する光伝送システムであって、前記光通信用ノードは請求項2乃至請求項19のいずれかの請求項に記載された光通信用ノードであることを特徴とする光伝送システム。

【請求項61】 複数の光通信用ノードを接続して相互に通信する光伝送システムであって、前記光通信用ノードは請求項20乃至請求項37のいずれかの請求項に記載された光通信用ノードであることを特徴とする光伝送システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光伝送装置に関し、特に光マトリクススイッチ等の光スイッチを用いた光スイッチング技術、さらには波長分割多重技術を用いた光伝送システム、及び該光伝送システムで用いられる光通信用ノードに関する。

【0002】

【従来の技術】光クロスコネクシステムは、光スイッチ等を使用し、また波長分割多重(WDM)技術と組み合わせることにより、大容量の信号を処理することができ、しかも光スイッチにより大容量信号の切り替えが可能となる。このため、簡易な信号の経路(パス)設定および、効率の良いプロテクションが実現可能である等の特徴を有するため、各所で研究開発が進められている。

【0003】これまで、光クロスコネクシステムは、局(ノード)間の信号経路をいかに効率よく、経路設定やプロテクションなどの機能を実現するかという観点で考えられてきた。しかしながら、このような光クロスコネクシステムを構成する際、既存の伝送装置を有効に活用し、いかに低コストで実現するかということも非常に重要であるにもかかわらず、既存の伝送装置との組み合わせで、このような経路設定やプロテクション機能と考えた例はあまりなかった。

【0004】図15に第1の従来技術による光通信用ノードの構成を示す。図15に示す光通信用ノードは、光信号入力端子401-1~401-m、光信号インタフェース回路402-1~402-m、 $n \times n$ 光マトリクススイッチ403、光信号インタフェース回路404-1~404-m、光信号出力端子405-1~405-m、光信号インタフェース回路406-1~406-p、光信号インタフェース回路407-1~407-p、光信号インタフェース回路408-1~408-p、光信号インタフェース回路409-1~409-p、光伝送装置410-1~410-p、光伝送装置4

11-1~411-pから構成されている。

【0005】図15に示す光通信用ノードにおいて、光信号入力端子401-1~401-mは、他局から伝送されてくる光信号が入力され、光信号インタフェース回路402-1~402-mを介して $n \times n$ 光マトリクススイッチ403に入力される。また局内では光伝送装置410-1~410-pよりサービス用の光信号が運用系送信回路"Tx(W)"および予備系送信回路"Tx(P)"より出力される。これら($2 \times p$)本の光信号は、インタフェース回路406-1~406-pおよび408-1~408-pを介して $n \times n$ 光マトリクススイッチ403に入力される。

【0006】 $n \times n$ 光スイッチ403の n (本従来例の場合、 $n=m+(2 \times p)$)となる)ポート出力のうち、 m ポートから出力された光信号は、インタフェース回路404-1~404-mを介して出力端子405-1~405-mに出力され、他局へ向けて送出される。

【0007】また、光スイッチ4の残りの($2 \times p$)ポートから出力された光信号は、インタフェース回路407-1~407-pおよび409-1~409-pを介して光伝送装置411-1~411-pの運用系受信回路"Rx(W)"および予備系受信回路"Rx(P)"にそれぞれ入力される。

【0008】 $n \times n$ 光スイッチ403は、 n 個の($n=m+(2 \times p)$)入力ポートと、 n 個の出力ポートとを任意に、選択的に接続し、出力する。

【0009】光信号インタフェース回路402-1~402-m、404-1~404-m、406-1~406-p、407-1~407-p、408-1~408-pおよび409-1~409-pは、他局間と光スイッチとのインタフェース、および光伝送装置と光スイッチとのインタフェース機能を持ち、光信号の再生、光信号のモニタ、波長の変換等の機能が必要に応じて設けられる。

【0010】図15のような光クロスコネクは、ネットワーク全体としては以前説明した図6のようなネットワークを構成し、各局(ノード)間で光信号の伝送を行うものである。従って、 $n \times n$ 光スイッチの経路設定によって各光信号の伝送経路を任意に設定するものであった。

【0011】図16に第2の従来技術に基づく光通信用ノードの構成を示す。図16に示す光通信用ノードは、光信号入力端子501-1~501-q、光増幅器502-1~502-q、波長分離部503-1~503-q、光信号インタフェース回路505-1-1~505-q-w、 $n \times n$ 光マトリクススイッチ506、光信号インタフェース回路508-1-1~508-q-w、波長多重部509-1~509-q、光増幅器510-1~510-q、光信号出力端子511-1~511-q、光信号インタフェース回路514-1~514-q

p、光信号インタフェース回路 5 1 5 - 1 ~ 5 1 5 - p、光信号インタフェース回路 5 1 6 - 1 ~ 5 1 6 - p、光信号インタフェース回路 5 1 7 - 1 ~ 5 1 7 - p、光伝送装置 5 1 8 - 1 ~ 5 1 8 - p、光伝送装置 5 1 9 - 1 ~ 5 1 9 - p から構成される。

【0 0 1 2】この第 2 の従来技術による光通信用ノードでは、第 1 の従来技術による光通信用ノードに比べ、局間の伝送容量を拡大して効率よく伝送するために、波長分割多重 (WDM) 技術を適用したものである。その他の動作は第 1 の従来技術と同様である。

【0 0 1 3】以上の従来技術の構成については、ファンによるザ・ファースト・エバー・ユーロピアン・ミーティング・プレイス・フォー・WDM・システムズ、ネットワーク、マーケティング アンド エンジニアリング・プロフェッショナルズ講演論文集掲載の「エグザミニング・アン・インテグレイテッド・ソリューション・トゥ・オブティカル・トランスポート・ネットワーク」と題する文献 (Chungpeng Fan, "Examining an integrated solution to optical transport networking", Wavelength Division Multiplexing: (The first ever European meeting place for WDM Systems, Network, Marketing & Engineering Professionals), November 1997, London)、及び、岡本らによる、ジャーナル・オブ・ライトウェーブ・テクノロジー誌第 1 4 巻第 6 号掲載の「オブティカル・パス・クロスコネクト・ノード・アーキテクチャーズ・フォー・フォトニック・トランスポート・ネットワーク」と題する文献 (Satoru Okamoto et al., "Optical path cross-connect node architectures for photonic transport network.", Journal of Lightwave Technology, Vol. 14, No. 6, June 1996, pp. 1410-1422) に詳しい。

【0 0 1 4】

【発明が解決しようとする課題】上記の従来技術による光通信用ノードにおいては、局間を伝送する信号 (入力端子 4 0 1 - 1 ~ 4 0 1 - m および出力端子 4 0 5 - 1 ~ 4 0 5 - m に現れる信号) に関しては、1 + 1 の冗長 (1 つのサービス信号に対して 1 つのプロテクション信号を割り当てる機能) や 1 : N (複数のサービス信号に対して 1 つのプロテクション信号を割り当てる) など、さまざまなプロテクション機能を自由に設定できるため、効率の良い運用が可能であった。

【0 0 1 5】しかしながら、局内で光伝送装置 4 1 0 - 1 ~ 4 1 0 - p および 4 1 1 - 1 ~ 4 1 1 - p と接続する箇所については、光伝送装置の構成に依存してしまうため、制限が生じる。

【0 0 1 6】通常伝送系で使用される光伝送装置は、信頼性を確保するため、図 1 5 に示すように、送信回路 "Tx" および受信回路 "Rx" を 1 + 1 の冗長構成としている。(これは光伝送装置の信頼性において、光送受信回路の信頼性が支配的になるためである。) 従来構

成の光クロスコネクトでは、これら光伝送装置を収容する場合、 $n \times n$ 光マトリクススイッチの規模を大きくして各伝送装置の 1 + 1 冗長機能を一緒に収容するか、もしくは光伝送装置の冗長機能を削除し、信頼性の低い状態で使用することとなる。

【0 0 1 7】従来技術においては、図 1 5 に示すように、各伝送装置の 1 + 1 冗長機能を全て収容した場合、 $n \times n$ 光マトリクススイッチの規模は、 $n = m + (2 \times p)$ と非常に大きくなってしまいう問題点があった。一般的に、 $n \times n$ 光マトリクススイッチの n の値の多少の増大が、光スイッチのかなりの大規模化につながることから、光クロスコネクト装置を実現するうえで、この問題点は非常に重要である。また、光スイッチの規模が大きくなるのと同時に、光スイッチの入出力と接続する光信号インタフェース回路の数も増える。光信号インタフェース回路には、光-電気変換および電気-光変換回路のような高価な回路を備える可能性もあり、コスト面でかなり問題となってくる。

【0 0 1 8】本発明は光通信用ノード及びこれにより構成される光伝送システムに関し、信頼性を低下させることなく、構成を簡易とすることが可能な光通信用ノード及び光伝送システムを提供することを目的とする。

【0 0 1 9】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明の光通信用ノードは、第 1 の構成として、少なくとも 1 つの入力端子に、前記少なくとも 1 つの光信号が入力され、少なくとも 1 つの出力端子の各々と前記少なくとも 1 つの入力端子とを選択的に接続する第 1 の光路切替手段と、該第 1 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子の一部からの出力光信号が入力される少なくとも 1 つの入力端子と少なくとも 1 つの出力端子の各々が選択的に接続される第 2 の光路切替手段と、該第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子からの出力光信号が入力される少なくとも 1 つの第 1 の入力端子及び少なくとも 1 つの第 2 の入力端子が、少なくとも 1 つの出力端子の各々に選択的に接続される第 3 の光路切替手段とを備えている。

【0 0 2 0】さらに、前記第 1 の光路切替手段は、前記少なくとも 1 つの光信号のうち 1 つを選択出力端子から選択的に出力し、前記少なくとも 1 つの光信号の全てを前記選択出力端子以外の出力端子から出力する第 4 の光路切替手段と、前記選択出力端子からの出力光信号が入力端子から入力され、該入力端子を少なくとも 1 つの出力端子の一に選択的に接続する第 1 のセレクトとを備えていてもよい。

【0 0 2 1】また、前記第 3 の光路切替手段は、前記少なくとも 1 つの第 2 の入力端子を一のセレクト出力端子と選択的に接続する第 2 のセレクトと、該セレクト出力端子及び前記少なくとも 1 つの第 1 の入力端子が入力端子に接続され、出力端子が前記少なくとも 1 つの出力端

子に接続されている第 5 の光路切替手段とを備えていてもよい。

【0022】また、前記第 4 の光路切替手段は、前記少なくとも 1 つの入力端子の各々に入力端子が接続され、第 1 の出力端子が前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの入力端子に接続された少なくとも 1 つの光分岐器と、該少なくとも 1 つの光分岐器の各々の第 2 の出力端子が、少なくとも 1 つの入力端子に接続され、該少なくとも 1 つの入力端子を一のセレクト出力端子と選択的に接続する第 3 のセレクトとを備え、該第 3 のセレクトの前記セレクト出力端子が、前記第 1 のセレクトの入力端子に接続される構成を採用してもよい。

【0023】また、前記第 5 の光路切替手段は、前記第 2 のセレクトのセレクト出力端子が入力端子に接続され、該入力端子と少なくとも 1 つの出力端子の一を選択的に接続する第 4 のセレクトと、該第 4 のセレクトの前記少なくとも 1 つの出力端子の各々が、第 1 の入力端子に接続され、第 2 の入力端子が前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子の各々に接続された少なくとも 1 つの光合流器とを備えていてもよい。

【0024】また、前記第 4 の光路切替手段は、前記少なくとも 1 つの入力端子の各々に入力端子が接続され、第 1 の出力端子が前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの入力端子に接続され、入力端子を出力端子の一に選択的に接続する少なくとも 1 つの光スイッチと、該少なくとも 1 つの光スイッチの各々の第 2 の出力端子が、少なくとも 1 つの入力端子に接続され、該少なくとも 1 つの入力端子からの入力光信号を合流して合流光信号を出力する光合流器とを備え、該合流光信号が、前記第 1 のセレクトの入力端子に接続される構成を採用してもよい。

【0025】さらに、前記第 5 の光路切替手段は、前記第 2 のセレクトのセレクト出力端子が入力端子に接続され、入力された光信号を複数の分岐光信号に分割する光分岐器と、該複数の分岐光信号の各々が、第 1 の入力端子に入力され、第 2 の入力端子が前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子の各々に接続され、該第 1 の入力端子もしくは第 2 の入力端子を選択的に出力端子に接続する、少なくとも 1 つの光スイッチとを備えていてもよい。

【0026】また、前記第 4 の光路切替手段は、前記少なくとも 1 つの入力端子の各々に入力端子が接続され、第 1 の出力端子が前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの入力端子に接続され、入力端子を出力端子の一に選択的に接続する少なくとも 1 つの光スイッチと、該少なくとも 1 つの光スイッチの各々の第 2 の出力端子が、少なくとも 1 つの入力端子に接続され、該少なくとも 1 つの入力端子を一のセレクト出力端子と選択的に接続する第 3 のセレクトとを備え、該第 3 のセレクトの前記セレクト出力端子が、前記第 1 のセレクトの入力端子

に接続される構成を採用してもよい。

【0027】さらに、前記第 5 の光路切替手段は、前記第 2 のセレクトのセレクト出力端子が入力端子に接続され、該入力端子と少なくとも 1 つの出力端子の一を選択的に接続する第 4 のセレクトと、該第 4 のセレクトの前記少なくとも 1 つの出力端子の各々が、第 1 の入力端子に接続され、第 2 の入力端子が前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子の各々に接続され、該第 1 の入力端子もしくは第 2 の入力端子を選択的に出力端子に接続する、少なくとも 1 つの光スイッチとを備えていてもよい。

【0028】また、前記第 1 の光路切替手段は、前記少なくとも 1 つの入力端子の各々に入力端子が接続され、第 1 の出力端子が前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの入力端子に接続された少なくとも 1 つの光分岐器と、該少なくとも 1 つの光分岐器の第 2 の出力端子の各々が入力端子に接続され、出力端子が前記少なくとも 1 つの出力端子に接続され、該入力端子と該出力端子が選択的に接続される第 6 の光路切替手段とを備えていてもよい。

【0029】さらに、前記第 3 の光路切替手段は、前記少なくとも 1 つの第 2 の入力端子が入力端子に接続され、該入力端子と出力端子が選択的に接続される第 7 の光路切替手段と、該第 7 の光路切替手段の前記出力端子の各々が、第 1 の入力端子に接続され、第 2 の入力端子が前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子の各々に接続された少なくとも 1 つの光合流器とを備えていてもよい。

【0030】また、前記第 1 の光路切替手段は、前記少なくとも 1 つの入力端子の各々に入力端子が接続され、第 1 の出力端子が前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの入力端子に接続され、入力端子を出力端子の一に選択的に接続する少なくとも 1 つの光スイッチと、該少なくとも 1 つの光スイッチの第 2 の出力端子の各々が入力端子に接続され、出力端子が前記少なくとも 1 つの出力端子に接続され、該入力端子と該出力端子が選択的に接続される第 6 の光路切替手段とを備えていてもよい。

【0031】また、前記第 3 の光路切替手段は、前記少なくとも 1 つの第 2 の入力端子が入力端子に接続され、該入力端子と出力端子が選択的に接続される第 7 の光路切替手段と、該第 7 の光路切替手段の前記出力端子の各々が、第 1 の入力端子に接続され、第 2 の入力端子が前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子の各々に接続され、該第 1 の入力端子もしくは第 2 の入力端子を選択的に出力端子に接続する、少なくとも 1 つの光スイッチとを備えていてもよい。

【0032】さらに、以上述べてきた第 1 の構成を有する光通信用ノードはさらに、前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの入力端子のうち、前記第 1 の光路

切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子が接続されていない入力端子に光信号を入力するよう接続された、少なくとも 1 つの現用光送信手段と、前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子のうち、前記第 3 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの入力端子が接続されていない出力端子から出力される光信号が入力されるよう接続された、少なくとも 1 つの現用光受信手段と、前記第 3 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの入力端子に光信号を入力するよう接続された、少なくとも 1 つの予備光送信手段と、前記第 1 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子から出力される光信号が入力されるよう接続された、少なくとも 1 つの予備光受信手段とを備えていてもよい。

【0033】また、第 1 の構成による光通信用ノードはさらに、前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの入力端子に出力端子が接続されるように挿入された少なくとも 1 つの第 1 の光信号インターフェース手段と、前記第 3 の光路切替手段の出力端子に出力端子が接続されるように挿入された少なくとも 1 つの第 2 の光信号インターフェース手段と、前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子のうち、前記第 3 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの入力端子が接続されていない出力端子に出力端子が接続されるよう挿入された、少なくとも 1 つの第 3 の光信号インターフェース手段とを備えていてもよい。

【0034】本発明による光通信用ノードは、第 2 の構成として、少なくとも 1 つの入力端子に、前記少なくとも 1 つの光信号が入力され、少なくとも 1 つの出力端子の各々と前記少なくとも 1 つの入力端子とを選択的に接続する光路切替手段と、該光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子の 1 つからの出力光信号が入力される入力端子と少なくとも 1 つの出力端子の各々が選択的に接続される第 1 のセレクタと、少なくとも 1 つの入力端子と出力端子が選択的に接続され、該出力端子が前記光路切替手段の前記少なくとも 1 つの入力端子の 1 つに接続される第 2 の光セレクタとを備えている。

【0035】第 2 の構成による光通信用ノードはさらに、前記少なくとも 1 つの光信号が入力されていない、前記光路切替手段の前記少なくとも 1 つの入力端子に光信号を入力するよう接続された、少なくとも 1 つの現用光送信手段と、前記光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子から出力される光信号が入力されるよう接続された、少なくとも 1 つの現用光受信手段と、前記第 2 のセレクタの前記少なくとも 1 つの入力端子に光信号を入力するよう接続された、少なくとも 1 つの予備光送信手段と、前記第 1 のセレクタの前記少なくとも 1 つの出力端子から出力される光信号が入力されるよう接続された、少なくとも 1 つの予備光受信手段とを備えていてもよい。

【0036】第 2 の構成による光通信用ノードはさら

に、前記光路切替手段の前記少なくとも 1 つの入力端子に出力端子が接続されるように挿入された少なくとも 1 つの第 1 の光信号インターフェース手段と、前記光路切替手段の出力端子に出力端子が接続されるように挿入された少なくとも 1 つの第 2 の光信号インターフェース手段とを備えていてもよい。

【0037】さらに、本発明の光通信用ノードは第 3 の構成として、該光通信用ノードに入力される少なくとも 1 つの波長多重光信号の各々を各波長成分に分波し、少なくとも 1 つの波長分離光信号を出力する少なくとも 1 つの波長分離手段と、前記少なくとも 1 つの波長分離光信号のうち、予め定められた波長を有する少なくとも 1 つの予備波長光信号が入力され、出力端子の各々から選択的に出力する第 1 の光路切替手段と、前記波長分離光信号のうち、前記第 1 の光路切替手段に入力されない波長分離光信号、及び前記第 1 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子の一部からの出力光信号が入力される少なくとも 1 つの入力端子と少なくとも 1 つの出力端子の各々が選択的に接続される第 2 の光路切替手段と、該第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子からの出力光信号が入力される少なくとも 1 つの第 1 の入力端子及び少なくとも 1 つの第 2 の入力端子が、少なくとも 1 つの出力端子の各々に選択的に接続される第 3 の光路切替手段と、該第 3 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの出力端子から出力される光信号及び、前記第 2 の光路切替手段の出力光信号に含まれる、互いに異なる波長を有する光信号を多重し、波長多重光信号を出力する少なくとも 1 つの波長合流手段とを備えている。

【0038】また、前記第 1 の光路切替手段は、前記少なくとも 1 つの波長分離光信号のうち 1 つを選択出力端子から選択的に出力し、前記少なくとも 1 つの波長分離光信号の全てを前記選択出力端子以外の出力端子から出力する第 4 の光路切替手段と、前記選択出力端子からの出力光信号が入力端子から入力され、該入力端子を少なくとも 1 つの出力端子の一に選択的に接続する第 1 のセレクタとを備えていてもよい。

【0039】また、前記第 3 の光路切替手段は、前記少なくとも 1 つの第 2 の入力端子を一のセレクト出力端子と選択的に接続する第 2 のセレクタと、該セレクト出力端子及び前記少なくとも 1 つの第 1 の入力端子が入力端子に接続され、出力端子が前記少なくとも 1 つの出力端子に接続されている第 5 の光路切替手段とを備えていてもよい。

【0040】さらに、前記第 4 の光路切替手段は、前記少なくとも 1 つの入力端子の各々に入力端子が接続され、第 1 の出力端子が前記第 2 の光路切替手段の前記少なくとも 1 つの入力端子に接続された少なくとも 1 つの光分岐器と、該少なくとも 1 つの光分岐器の各々の第 2 の出力端子が、少なくとも 1 つの入力端子に接続され、

該少なくとも1つの入力端子を一のセレクト出力端子と選択的に接続する第3のセレクトとを備え、該第3のセレクトの前記セレクト出力端子が、前記第1のセレクトの入力端子に接続される構成を採用してもよい。

【0041】また、前記第5の光路切替手段は、前記第2のセレクトのセレクト出力端子が入力端子に接続され、該入力端子と少なくとも1つの出力端子の一を選択的に接続する第4のセレクトと、該第4のセレクトの前記少なくとも1つの出力端子の各々が、第1の入力端子に接続され、第2の入力端子が前記第2の光路切替手段の前記少なくとも1つの出力端子の各々に接続された少なくとも1つの光合流器とを備えていてもよい。

【0042】また、前記第4の光路切替手段は、前記少なくとも1つの入力端子の各々に入力端子が接続され、第1の出力端子が前記第2の光路切替手段の前記少なくとも1つの入力端子に接続され、入力端子を出力端子の一に選択的に接続する少なくとも1つの光スイッチと、該少なくとも1つの光スイッチの各々の第2の出力端子が、少なくとも1つの入力端子に接続され、該少なくとも1つの入力端子からの入力光信号を合流して合流光信号を出力する光合流器とを備え、該合流光信号が、前記第1のセレクトの入力端子に接続される構成を採用してもよい。

【0043】さらに、前記第5の光路切替手段は、前記第2のセレクトのセレクト出力端子が入力端子に接続され、入力された光信号を複数の分岐光信号に分割する光分岐器と、該複数の分岐光信号の各々が、第1の入力端子に入力され、第2の入力端子が前記第2の光路切替手段の前記少なくとも1つの出力端子の各々に接続され、該第1の入力端子もしくは第2の入力端子を選択的に出力端子に接続する、少なくとも1つの光スイッチとを備えていてもよい。

【0044】また、前記第4の光路切替手段は、前記少なくとも1つの入力端子の各々に入力端子が接続され、第1の出力端子が前記第2の光路切替手段の前記少なくとも1つの入力端子に接続され、入力端子を出力端子の一に選択的に接続する少なくとも1つの光スイッチと、該少なくとも1つの光スイッチの各々の第2の出力端子が、少なくとも1つの入力端子に接続され、該少なくとも1つの入力端子を一のセレクト出力端子と選択的に接続する第3のセレクトとを備え、該第3のセレクトの前記セレクト出力端子が、前記第1のセレクトの入力端子に接続される構成を採用してもよい。

【0045】また、前記第5の光路切替手段は、前記第2のセレクトのセレクト出力端子が入力端子に接続され、該入力端子と少なくとも1つの出力端子の一を選択的に接続する第4のセレクトと、該第4のセレクトの前記少なくとも1つの出力端子の各々が、第1の入力端子に接続され、第2の入力端子が前記第2の光路切替手段の前記少なくとも1つの出力端子の各々に接続され、該

第1の入力端子もしくは第2の入力端子を選択的に出力端子に接続する、少なくとも1つの光スイッチとを備えていてもよい。

【0046】また、前記第1の光路切替手段は、前記少なくとも1つの入力端子の各々に入力端子が接続され、第1の出力端子が前記第2の光路切替手段の前記少なくとも1つの入力端子に接続された少なくとも1つの光分岐器と、該少なくとも1つの光分岐器の第2の出力端子の各々が入力端子に接続され、出力端子が前記少なくとも1つの出力端子に接続され、該入力端子と該出力端子が選択的に接続される第6の光路切替手段とを備えていてもよい。

【0047】さらに、前記第3の光路切替手段は、前記少なくとも1つの第2の入力端子が入力端子に接続され、該入力端子と出力端子が選択的に接続される第7の光路切替手段と、該第7の光路切替手段の前記出力端子の各々が、第1の入力端子に接続され、第2の入力端子が前記第2の光路切替手段の前記少なくとも1つの出力端子の各々に接続された少なくとも1つの光合流器とを備えていてもよい。

【0048】また、前記第1の光路切替手段は、前記少なくとも1つの入力端子の各々に入力端子が接続され、第1の出力端子が前記第2の光路切替手段の前記少なくとも1つの入力端子に接続され、入力端子を出力端子の一に選択的に接続する少なくとも1つの光スイッチと、該少なくとも1つの光スイッチの第2の出力端子の各々が入力端子に接続され、出力端子が前記少なくとも1つの出力端子に接続され、該入力端子と該出力端子が選択的に接続される第6の光路切替手段とを備えていてもよい。

【0049】また、前記第3の光路切替手段は、前記少なくとも1つの第2の入力端子が入力端子に接続され、該入力端子と出力端子が選択的に接続される第7の光路切替手段と、該第7の光路切替手段の前記出力端子の各々が、第1の入力端子に接続され、第2の入力端子が前記第2の光路切替手段の前記少なくとも1つの出力端子の各々に接続され、該第1の入力端子もしくは第2の入力端子を選択的に出力端子に接続する、少なくとも1つの光スイッチとを備えていてもよい。

【0050】上記の第3の構成による光通信用ノードは、さらに、前記第2の光路切替手段の前記少なくとも1つの入力端子のうち、前記第1の光路切替手段の前記少なくとも1つの出力端子及び前記少なくとも1つの波長分離手段の出力端子が接続されていない入力端子に光信号を入力するよう接続された、少なくとも1つの現用光送信手段と、前記第2の光路切替手段の前記少なくとも1つの出力端子のうち、前記第3の光路切替手段の前記少なくとも1つの入力端子及び前記少なくとも1つの波長合流手段の入力端子が接続されていない出力端子から出力される光信号が入力されるよう接続された、少な

くとも1つの現用光受信手段と、前記第3の光路切替手段の前記少なくとも1つの入力端子に光信号を入力するよう接続された、少なくとも1つの予備光送信手段と、前記第1の光路切替手段の前記少なくとも1つの出力端子から出力される光信号が入力されるよう接続された、少なくとも1つの予備光受信手段とを備えていてもよい。

【0051】第3の構成による光通信用ノードは、さらに、前記第2の光路切替手段の前記少なくとも1つの入力端子に出力端子が接続されるように挿入された少なくとも1つの第1の光信号インターフェース手段と、前記少なくとも1つの波長合流手段の入力端子に出力端子が接続されるように挿入された少なくとも1つの第2の光信号インターフェース手段と、前記第2の光路切替手段の前記少なくとも1つの出力端子のうち、前記第3の光路切替手段の前記少なくとも1つの入力端子あるいは前記少なくとも1つの波長合流手段の入力端子が接続されていない出力端子に出力端子が接続されるよう挿入された、少なくとも1つの第3の光信号インターフェース手段とを備えていてもよい。

【0052】本発明の第4の構成による光通信用ノードは、該光通信用ノードに入力される少なくとも1つの波長多重光信号の各々を各波長成分に分波し、少なくとも1つの波長分離光信号を出力する少なくとも1つの波長分離手段と、少なくとも1つの入力端子に、前記少なくとも1つの波長分離光信号が入力され、少なくとも1つの出力端子の各々と前記少なくとも1つの入力端子とを選択的に接続する光路切替手段と、該光路切替手段の前記少なくとも1つの出力端子の1つからの出力光信号が入力される入力端子と少なくとも1つの出力端子の各々が選択的に接続される第1のセレクタと、少なくとも1つの入力端子と出力端子が選択的に接続され、該出力端子が前記光路切替手段の前記少なくとも1つの入力端子の1つに接続される第2の光セレクタと、前記光路切替手段の前記少なくとも1つの出力端子から出力される光信号に含まれる、互いに異なる波長を有する光信号を多重し、波長多重光信号を出力する少なくとも1つの波長合流手段とを備えている。

【0053】第4の構成による光通信用ノードは、さらに、前記少なくとも1つの波長分離光信号が入力されていない、前記光路切替手段の前記少なくとも1つの入力端子に光信号を入力するよう接続された、少なくとも1つの現用光送信手段と、前記光路切替手段の前記少なくとも1つの出力端子から出力される光信号が入力されるよう接続された、少なくとも1つの現用光受信手段と、前記第2のセレクタの前記少なくとも1つの入力端子に光信号を入力するよう接続された、少なくとも1つの予備光送信手段と、前記第1のセレクタの前記少なくとも1つの出力端子から出力される光信号が入力されるよう接続された、少なくとも1つの予備光受信手段とを備えて

いてもよい。

【0054】また、第4の構成による光通信用ノードは、さらに、前記光路切替手段の前記少なくとも1つの入力端子に出力端子が接続されるように挿入された少なくとも1つの第1の光信号インターフェース手段と、前記光路切替手段の出力端子に出力端子が接続されるように挿入された少なくとも1つの第2の光信号インターフェース手段とを備えていてもよい。

【0055】上記第3もしくは第4の構成を有する光通信用ノードにおいて、前記波長分離手段は、アレイ導波路回折格子を備えていてもよい。

【0056】また、上記第3もしくは第4の構成を有する光通信用ノードにおいて、前記波長合流手段は、アレイ導波路回折格子、あるいは融着型光ファイバカプラを備えていてもよい。

【0057】また、上記第1あるいは第3の構成において、前記第1乃至第3の光信号インターフェース手段は、前記入力端子から入力された光信号を第1及び第2の分岐光信号に分岐し、該第1の分岐光信号を前記出力端子に出力する光分岐手段と、前記第2の分岐光信号が入力され、該第2の分岐光信号のパワーあるいは波長を測定する光モニタ手段とを備えていてもよい。

【0058】また、上記第1あるいは第3の構成において、前記第1乃至第3の光信号インターフェース手段は、前記入力端子から入力された光信号を電気信号に変換して出力する光受信手段と、該電気信号を光信号に変換して前記出力端子に出力する光送信手段とを備えていてもよく、さらに加えて、前記電気信号が入力され、該電気信号を構成するデジタル信号の内容を解読し、あるいはビット誤りを測定する電気信号モニタ手段を備えていてもよい。また、上記第1あるいは第3の構成における、前記第1乃至第3の光信号インターフェース手段は、前記入力端子から入力された光信号を電気信号に変換して出力する光受信手段と、該電気信号を構成する同期デジタルハイアラキ規格のデジタル信号のセクションオーバーヘッドを終端し、同期デジタルハイアラキ規格に準拠したデジタル出力信号を出力するオーバーヘッド終端手段と、該デジタル出力信号を光信号に変換して前記出力端子に出力する光送信手段とを備えていてもよい。

【0059】また、上記第2もしくは第4の構成による光通信用ノードにおいて、前記第1及び第2の光信号インターフェース手段は、前記入力端子から入力された光信号を第1及び第2の分岐光信号に分岐し、該第1の分岐光信号を前記出力端子に出力する光分岐手段と、前記第2の分岐光信号が入力され、該第2の分岐光信号のパワーあるいは波長を測定する光モニタ手段とを備えていてもよい。また、上記第2もしくは第4の構成による光通信用ノードにおいて、前記第1及び第2の光信号インターフェース手段は、前記入力端子から入力された光信

号を電気信号に変換して出力する光受信手段と、該電気信号を光信号に変換して前記出力端子に出力する光送信手段とを備えていてもよく、これに加えてさらに、前記電気信号が入力され、該電気信号を構成するデジタル信号の内容を解読し、あるいはビット誤りを測定する電気信号モニタ手段を備えていてもよい。また、上記第2もしくは第4の構成による光通信用ノードにおいて、前記第1及び第2の光信号インターフェース手段は、前記入力端子から入力された光信号を電気信号に変換して出力する光受信手段と、該電気信号を構成する同期デジタルハイアラキ規格のデジタル信号のセクションオーバーヘッドを終端し、同期デジタルハイアラキ規格に準拠したデジタル出力信号を出力するオーバーヘッド終端手段と、該デジタル出力信号を光信号に変換して前記出力端子に出力する光送信手段とを備えていてもよい。さらに、上記第1乃至第4の構成を有する光通信用ノードにおいては、該光通信用ノードの入力端子から出力端子に至る光経路に挿入された光増幅手段を備えていてもよい。

【0060】また、前記光増幅手段は光ファイバ増幅器、もしくは半導体光増幅器を備えていてもよい。

【0061】本発明によるノード障害回復方法であって、上記第1の構成を有する光通信用ノードに対するノード障害回復方法は、前記光通信用ノードの前記少なくとも1つの入力端子から前記少なくとも1つの現用光受信手段に至る光経路が伝送不能となったことを検出する障害検出工程と、該障害検出工程で伝送不能となったことを検出した場合には、前記第1の光路切替手段を切り替え、伝送不能となった光経路に対応する前記入力端子と、前記少なくとも1つの予備光受信手段の一との間に光経路を形成する光路切替工程とを含んでいる。

【0062】また、上記第1の構成を有する光通信用ノードに対するノード障害回復方法は、前記光通信用ノードの前記少なくとも1つの現用光送信手段から前記少なくとも1つの出力端子に至る光経路が伝送不能となったことを検出する障害検出工程と、障害検出工程で伝送不能となったことを検出した場合には、前記第3の光路切替手段を切り替え、伝送不能となった光経路に対応する前記出力端子と、前記少なくとも1つの予備光送信手段の一との間に光経路を形成する光路切替工程とを含んでもよい。上記第2の構成を有する光通信用ノードに対するノード障害回復方法は、前記光通信用ノードの前記少なくとも1つの現用光送信手段から前記少なくとも1つの出力端子に至る光経路が伝送不能となったことを検出する障害検出工程と、該障害検出工程で伝送不能となったことを検出した場合には、前記光路切替手段及び前記第2のセレクトを切り替え、伝送不能となった光経路に対応する前記出力端子と、前記少なくとも1つの予備光送信手段の一との間に光経路を形成する光路切替工程とを含んでいる。

【0063】また、上記第2の構成を有する光通信用ノードに対するノード障害回復方法は、前記光通信用ノードの前記少なくとも1つの入力端子から前記少なくとも1つの現用光受信手段に至る光経路が伝送不能となったことを検出する障害検出工程と、該障害検出工程で伝送不能となったことを検出した場合には、前記光路切替手段及び前記第1のセレクトを切り替え、伝送不能となった光経路に対応する前記入力端子と、前記少なくとも1つの予備光受信手段の一との間に光経路を形成する光路切替工程とを含んでもよい。上記第3の構成を有する光通信用ノードに対するノード障害回復方法は、前記光通信用ノードの前記少なくとも1つの現用光送信手段から前記少なくとも1つの出力端子に至る光経路が伝送不能となったことを検出する障害検出工程と、該障害検出工程で伝送不能となったことを検出した場合及び送信先の光通信用ノードから切替要求を受け取った場合には、前記第3の光路切替手段を切り替え、伝送不能となった光経路に対応する前記出力端子と、前記少なくとも1つの予備光送信手段の一との間に光経路を形成する光路切替工程とを含んでいる。

【0064】上記第3の構成を有する光通信用ノードに対するノード障害回復方法は、前記光通信用ノードの前記少なくとも1つの入力端子から前記少なくとも1つの現用光受信手段に至る光経路が伝送不能となったことを検出する障害検出工程と、該障害検出工程で伝送不能となったことを検出した場合には、送信元の光通信用ノードに送信光の波長を予め定められたプロテクション波長に切り替える旨の切替要求を送出し、さらに前記第1の光路切替手段を切り替え、伝送不能となった光経路に対応する前記入力端子と、前記少なくとも1つの予備光受信手段の一との間に光経路を形成する光路切替工程とを含んでもよい。

【0065】上記第4の構成を有する光通信用ノードに対するノード障害回復方法は、前記光通信用ノードの前記少なくとも1つの現用光送信手段から前記少なくとも1つの出力端子に至る光経路が伝送不能となったことを検出する障害検出工程と、該障害検出工程で伝送不能となったことを検出した場合及び送信先の光通信用ノードから切替要求を受け取った場合には、前記光路切替手段及び前記第2のセレクトを切り替え、伝送不能となった光経路に対応する前記出力端子と、前記少なくとも1つの予備光送信手段の一との間に光経路を形成する光路切替工程とを含んでいる。

【0066】上記第4の構成を有する光通信用ノードに対するノード障害回復方法は、前記光通信用ノードの前記少なくとも1つの入力端子から前記少なくとも1つの現用光受信手段に至る光経路が伝送不能となったことを検出する障害検出工程と、該障害検出工程で伝送不能となったことを検出した場合には、送信元の光通信用ノードに送信光の波長を予め定められたプロテクション波長

に切り替える旨の切替要求を送出し、さらに前記光路切替手段及び前記第1のセレクトを切り替え、伝送不能となった光経路に対応する前記入力端子と、前記少なくとも1つの予備光受信手段の一との間に光経路を形成する光路切替工程とを含んでいてもよい。

【0067】本発明による光伝送システムは、上記第1もしくは第2の構成を有する光通信用ノードを接続して構成される。また、波長多重光信号に対する本発明の光伝送システムは、上記第3もしくは第4の構成を有する光通信用ノードを接続して構成される。

【0068】上記の構成を採用することにより、本発明においては、プロテクション用の光信号の数は従来技術に対して削減することなく、光経路の数のみを削減することが可能となっており、システムの信頼性の低下を来すことなく、システム構成の簡易化を実現することができる。

【0069】

【発明の実施の形態】〔実施例1〕図1に本発明の第1の実施例による光通信用ノードの構成を示す。図1に示す光通信用ノードは、光信号入力端子1-1~1-m、1×2光スイッチ2-1~2-m、光信号インタフェース回路3-1~3-m、 $n \times n$ 光マトリクススイッチ4、2×1光スイッチ5-1~5-m、光信号インタフェース回路6-1~6-m、光信号出力端子7-1~7-m、 $m \times 1$ 光スイッチ8、1× m 光スイッチ9、光信号インタフェース回路10-1~10-p、光信号インタフェース回路11-1~11-p、 $p \times 1$ 光スイッチ12、1× p 光スイッチ13、光伝送装置14-1~14-p、光伝送装置15-1~15-pから構成される。

【0070】図1において、光信号入力端子1-1~1-mは、他局から伝送されてくる光信号が入力され、光スイッチ2-1~2-m、光信号インタフェース回路3-1~3-mを介して $n \times n$ 光マトリクススイッチ4に入力される。

【0071】また局内では光伝送装置14-1~14-pよりサービス用の光信号が運用系送信回路“Tx(W)”より出力される。これら p 本の光信号は、インタフェース回路10-1~10-pを介して $n \times n$ 光マトリクススイッチ4に入力される。

【0072】 $n \times n$ 光スイッチ4の n （本実施例の場合、 $n=m+p$ となる）ポート出力のうち、 m ポートから出力された光信号は、2×1光スイッチ5-1~5-mおよびインタフェース回路6-1~6-mを介して出力端子7-1~7-mに出力され、他局へ向けて送出される。

【0073】また、光スイッチ4の残りの p ポートから出力された光信号は、インタフェース回路11-1~11-pを介して光伝送装置15-1~15-pの運用系受信回路“Rx(W)”に入力される。

【0074】光スイッチ4は、 n 個の($n=m+p$)入力ポートと、 n 個の出力ポートとを任意に、選択的に接続し、出力する。

【0075】前述したように、光信号インタフェース回路3-1~3-m、5-1~5-m、10-1~10-p、11-1~11-pは、他局間と光スイッチとのインタフェース、および光伝送装置と光スイッチとのインタフェース機能を持ち、光信号の再生、光信号のモニタ、波長の変換等の機能が必要に応じて設けられる。図5に光信号インタフェースの構成例を示す。図5において、601は光入力端子、602は光カプラ、603は光出力端子、604は光モニタ、611は光入力端子、612は光-電気変換回路、613は電気-光変換回路、614は光出力端子、621は光入力端子、622は光-電気変換回路、623は電気-光変換回路、624は光出力端子、625は電気信号モニタ、631は光入力端子、632は光-電気変換回路、633はオーバーヘッド終端回路、634は電気-光変換回路、635は光出力端子である。

【0076】図5(a)は入力した光信号を分岐し、光レベルや光波長などのモニタを行う光モニタ機能をもつインタフェース回路であり、光スイッチの前後で所望の信号が入出力しているかどうかの監視等に使用される。図5(b)は入力した光信号を一旦電気信号に変換し、再び光信号に再生する機能であり、S/N比を改善して局間の長距離光伝送を実現したり、入出力間で光波長を変換(図中では $\lambda_a \rightarrow \lambda_x$)する場合などに用いられる。また図5(c)は光再生機能に電気信号のモニタを付加したものであり、デジタル電気信号中の情報やビットエラーなどを監視することが可能となる。さらに図5(d)は光-電気変換と電気-光変換の間にオーバーヘッド終端機能を備えることにより、SDH(Synchronous Digital Hierarchy)やSONET(Synchronous Optical Network)などのセクションオーバーヘッドの終端を行い、ネットワーク全体としての管理機能を容易にすることができる。

【0077】以上述べた光信号インタフェース回路は、ネットワークの構成や、使用する光信号の種類などに応じて機能を選択、あるいは省くことが可能である。

【0078】図1のような光クロスコネクタは、ネットワーク全体として図6のようなネットワークを構成し、各局(ノード)間で光信号の伝送を行うものである。従って、図1中の入力端子1-1~1-m、出力端子7-1~7-mはそれぞれ所望の他局(ノード)と接続されており、 $n \times n$ 光スイッチの経路設定によって各光信号の伝送経路を任意に設定するものである。

【0079】1×2光スイッチ2-1~2-mのもう一方の出力は $m \times 1$ 光スイッチ8に接続され、1× p 光スイッチ13を介して p 個の光伝送装置15-1~15-pの予備系受信回路“Rx(P)”に入力され、プロテ

クション用の迂回路を構成する。また同様に、 p 個の光伝送装置14-1~14- p の予備系送信回路”Tx (P)”の出力は、 $p \times 1$ 光スイッチ12、 $1 \times m$ 光スイッチ9を介して 2×1 光スイッチ5-1~5- m に接続され、迂回路を構成する。

【0080】本実施例で使用する $n \times n$ 光マトリクススイッチは、LiNbO₃（リチウムナイオベート）や石英系の材料の基板上に光導波路と 2×2 等のスイッチ素子を生成して実現する。

【0081】図12はLiNbO₃上に構成された 4×4 光マトリクススイッチの例である。図に示すように、 2×2 のスイッチ素子を導波路による接続で組み合わせ、入力4ポートに入力した光信号が、各 2×2 スイッチ素子の接続状態の組み合わせによって、任意のポートに出力させることができる。また、図12にはスイッチング特性の一例も示す。図からわかるように、この光マトリクススイッチは、 2×2 スイッチ素子に電圧を加えることによりスイッチング動作を行う。

【0082】また図13に 8×8 光マトリクススイッチの構成例を、図14に 32×32 光マトリクススイッチの構成例を示す。 $4 \times 4 \rightarrow 8 \times 8 \rightarrow 32 \times 32$ と n の値が大きくなるにつれ、スイッチの規模が非常に大きくなることがわかる。

【0083】ここで、図1の構成において、システムを構成する機能が故障した場合の動作を以下に示す。

【0084】図7は、第一の実施例において故障が発生した場合の動作例を示す。図7において、故障発生前には入力端子1-2に入力された光信号は 1×2 光スイッチ2-2、インタフェース回路3-2、 $n \times n$ 光スイッチ4、インタフェース回路11-2を介して光伝送装置15-2の運用系受信回路”Rx (W)”と接続されていた。ここで、インタフェース回路3-2が故障した場合、 1×2 光スイッチ2-2、 $m \times 1$ 光スイッチ8、 $1 \times p$ 光スイッチ13を図中の太線のように切り替え、光伝送装置15-1の予備系受信回路”Rx (P)”に光信号を入力することにより、故障箇所を回避することができる。上記動作により、インタフェース回路3-1~3- m の故障だけでなく、 $n \times n$ 光スイッチ4、インタフェース回路11-1~11- p 、および光伝送装置15-1~15- p 内の運用系受信回路”Rx (W)”の故障発生時も光信号の救済が可能である。

【0085】また同様に、光伝送装置14-1~14- p と、出力端子7-1~7- m との接続についても、 $p \times 1$ 光スイッチ12、 $1 \times m$ 光スイッチ9、 2×1 光スイッチ5-1~5- m を切り替えることによりプロテクションをかけることができる。

【実施例2】図2に、本発明の第2の実施例による光通信ノードの構成を示す。図2に示す光通信ノードは、光信号入力端子101-1~101- m 、光信号インタフェース回路102-1~102- m 、 $n \times n$ 光マ

トリクススイッチ103、光信号インタフェース回路104-1~104- m 、光信号出力端子105-1~105- m 、光信号インタフェース回路106-1~106- $(p+1)$ 、光信号インタフェース回路107-1~107- $(p+1)$ 、 $p \times 1$ 光スイッチ108、 $1 \times p$ 光スイッチ109、光伝送装置110-1~110- p 、光伝送装置111-1~111- p から構成される。

【0086】図2では、第一の実施例と同様に、他局との入出力端子 m 個、光伝送装置 p 個をそれぞれ任意に接続する光クロスコネクタを構成している。ここで、 $n \times n$ 光マトリクススイッチのポート数 n は $n = m + p + 1$ としてあり、1ポートをプロテクション用信号の経路設定に使用している。

【0087】図8に故障が発生した場合の動作を示す。故障発生前には光伝送装置110-1の運用系送信回路”Tx (W)”から出力された光信号はインタフェース回路106-1、 $n \times n$ 光スイッチ103、インタフェース回路104-1を介して出力端子105-1に出力され、他局に送信されていた。インタフェース回路106-1が故障した場合、光伝送装置110-1は予備系送信回路”Tx (P)”に出力を切り替え、プロテクション用光信号は $p \times 1$ 光スイッチ108、インタフェース回路106- $(p+1)$ を介して $n \times n$ 光スイッチ103に入力される。 $n \times n$ 光スイッチ103はこのプロテクション光信号を、インタフェース回路104-1と接続するよう経路切り替えを行い、故障箇所の回復を行うものである。

【実施例3】図3に本発明の第3の実施例による光通信ノードの構成を示す。図3に示す光通信ノードは、光信号入力端子201-1~201- q 、光増幅器202-1~202- q 、波長分離部203-1~203- q 、 1×2 光スイッチ204-1~204- q 、光信号インタフェース回路205-1-1~205- q - w 、 $n \times n$ 光マトリクススイッチ206、 2×1 光スイッチ207-1~207- q 、光信号インタフェース回路208-1-1~208- q - w 、波長多重部209-1~209- q 、光増幅器210-1~210- q 、光信号出力端子211-1~211- q 、 $q \times 1$ 光スイッチ212、 $1 \times q$ 光スイッチ213、光信号インタフェース回路214-1~214- p 、光信号インタフェース回路215-1~215- p 、 $p \times 1$ 光スイッチ216、 $1 \times p$ 光スイッチ217、光伝送装置218-1~218- p 、光伝送装置219-1~219- p から構成される。

【0088】本実施例による光通信ノードでは、局間の伝送容量を拡大して効率よく伝送するために、波長分割多重(WDM)技術を適用している。ここでは、入力端子201-1~201- q および出力端子211-1~211- q には、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_w$ の光信号が波長分割

多重された信号が入出力される。

【0089】入力端子201-1~201-qに入力された光信号は光増幅器202-1~202-qにて光増幅され、波長分離部203-1~203-qにて波長 $\lambda_1 \sim \lambda_w$ の波長にそれぞれ分離される。波長分離部としては、アレイ導波路回折格子を用いることができる。また、光増幅器としては、光ファイバ増幅器、あるいは半導体光増幅器を用いることができる。ここで、これらw個の光信号のうち、波長 λ_w の信号をプロテクション用の波長に設定し、一方路（ファイバ伝送路）あたり、1波長分のプロテクション経路を確保する。

【0090】上記波長分離した $\lambda_1 \sim \lambda_w$ の光信号のうち、 $\lambda_1 \sim \lambda_{(w-1)}$ は直接、また波長 λ_w は1×2光スイッチ204-1~204-qを介して次段のインタフェース回路205-1-1~205-q-wに入力され、モニタ、光再生などを行った後（図5参照）、 $n \times n$ 光スイッチ206に入力される。

【0091】また局内では光伝送装置218-1~218-pよりサービス用の光信号が運用系送信回路”Tx(W)”より出力される。これらp本の光信号は、インタフェース回路214-1~214-pを介して $n \times n$ 光マトリクススイッチ206に入力される。

【0092】 $n \times n$ 光スイッチ206のn（本実施例の場合、 $n = (q \times w) + p$ となる）ポート出力のうち、 $(q \times w)$ ポートから出力された光信号は、w本中1本のみ2×1光スイッチを介し、その他はそのままインタフェース回路208-1-w~208-q-wに入力される。インタフェース回路208-1-w~208-q-wでは、光信号出力を $\lambda_1 \sim \lambda_w$ の所望の波長に設定して出力し、各波長の光信号は、波長多重部09-1~209-qにて波長分割多重をされ、光増幅器210-1~210-qで光増幅された後、出力端子211-1~211-qに出力され、他局へ向けて送信される。ここでも受信側と同様に、波長 λ_w の信号をプロテクション用の波長に設定し（プロテクション用波長 λ_w を出力するインタフェース回路は、2×1光スイッチ207-1~207-qと接続されるものに該当する）、一方路（ファイバ伝送路）あたり、1波長分のプロテクション経路を確保する。波長多重部は、アレイ導波路回折格子、あるいは、融着型光ファイバカプラを用いて構成することができる。

【0093】また、 $n \times n$ 光スイッチ206の残りのpポートから出力された光信号は、インタフェース回路215-1~215-pを介して光伝送装置219-1~219-pの運用系受信回路”Rx(W)”に入力される。

【0094】光スイッチ206は、n個の（ $n = (q \times w) + p$ ）入力ポートと、n個の出力ポートとを任意に、選択的に接続し、出力する。

【0095】図3のような光クロスコネクタは、ネット

ワーク全体として図9のようなネットワークを構成し、各局（ノード）間で $\lambda_1 \sim \lambda_w$ の波長多重された光信号の伝送を行うものである。従って、図3中の入力端子201-1~201-q、出力端子211-1~211-qはそれぞれ所望の他局（ノード）と接続されており、 $n \times n$ 光スイッチの経路設定によって波長単位に分離した後の各光信号の伝送経路を任意に設定するものである。また、各ファイバ伝送路を伝送する光信号中のいくつかの波長信号をプロテクション用として設定することにより、信頼性の向上を図ることもある。

【0096】図3中で、プロテクション用波長 λ_w が入力される1×2光スイッチ204-1~204-qのもう一方の出力は、 $q \times 1$ 光スイッチ212に接続され、1×p光スイッチ217を介してp個の光伝送装置219-1~219-pの予備系受信回路”Rx(P)”に入力され、プロテクション用の迂回路を構成する。また同様に、p個の光伝送装置218-1~218-pの予備系送信回路”Tx(P)”の出力は、 $p \times 1$ 光スイッチ216、1×q光スイッチ213を介して2×1光スイッチ207-1~207-qに接続され、迂回路を構成する。

【0097】次に、図3の構成において、システムを構成する機能が故障した場合の動作を以下に示す。

【0098】図10は、第3の実施例において故障が発生した場合の動作例を示す。図10において、故障発生前には入力端子201-1に入力された波長 λ_1 の光信号は、インタフェース回路205-1-1、 $n \times n$ 光スイッチ206、インタフェース回路215-2を介して光伝送装置219-2の運用系受信回路”Rx(W)”と接続されていた。ここで、インタフェース回路215-2が故障した場合、まず他局から送信する光信号をプロテクション用波長 λ_w に設定した後、1×2光スイッチ204-1、 $q \times 1$ 光スイッチ212、1×p光スイッチ217を図中の太線のように切り替え、光伝送装置219-2の予備系受信回路”Rx(P)”に光信号を入力することにより、故障箇所を回避することができる。上記動作により、インタフェース回路215-1~215-pの故障だけでなく、 $n \times n$ 光スイッチ4、インタフェース回路205-1-1~205-q-w、および光伝送装置219-1~219-p内の運用系受信回路”Rx(W)”の故障発生時も光信号の救済が可能である。

【0099】また同様に、光伝送装置218-1~218-pから、出力端子211-1~211-qを介して他局へ送信する箇所についても、 $p \times 1$ 光スイッチ216、1×q光スイッチ213、2×1光スイッチ207-1~207-qを切り替えることによりプロテクションをかけることができる。

【実施例4】図4に、本発明の第4の実施例による光通信ノードの構成を示す。図4に示す光通信ノード

は、光信号入力端子 301-1~301-q、光増幅器 302-1~302-q、波長分離部 303-1~303-q、光信号インタフェース回路 305-1-1~305-q-w、 $n \times n$ 光マトリクススイッチ 306、光信号インタフェース回路 308-1-1~308-q-w、波長多重部 309-1~309-q、光増幅器 310-1~310-q、光信号出力端子 311-1~311-q、光信号インタフェース回路 314-1~314-(p+1)、光信号インタフェース回路 315-1~315-(p+1)、 $p \times 1$ 光スイッチ 316、 $1 \times p$ 光スイッチ 317、光伝送装置 318-1~318-p、光伝送装置 319-1~319-p から構成される。

【0100】図 4 に示す光通信用ノードは、第 3 の実施例と同様に、局間の伝送容量を拡大して効率よく伝送するために、波長分割多重 (WDM) 技術を適用している。

【0101】第 4 の実施例では、 $n \times n$ 光マトリクススイッチのポート数 n は $n = (q \times w) + p + 1$ としてあり、1 ポートをプロテクション用信号の経路設定に使用している。

【0102】図 11 は、第 4 の実施例において故障が発生した場合の動作例を示す。図 11 において、故障発生前には入力端子 301-q に入力された波長 λ_2 の光信号は、インタフェース回路 305-q-2、 $n \times n$ 光スイッチ 306、インタフェース回路 315-2 を介して光伝送装置 319-2 の運用系受信回路 "RX (W)" と接続されていた。ここで、インタフェース回路 315-2 が故障した場合、まず他局から送信する光信号をプロテクション用波長 λ_w に設定した後、 $n \times n$ 光スイッチ 306 を図中の太線のように切り替え、光伝送装置 319-2 の予備系受信回路 "Rx (P)" に光信号を入力することにより、故障箇所を回避することができる。上記動作により、インタフェース回路 315-1~315-p の故障だけでなく、 $n \times n$ 光スイッチ 306 の部分的な故障 (例えば 1 ポートのみの光挿入損失の増大など)、インタフェース回路 305-1-1~305-q-w、および光伝送装置 319-1~319-p 内の運用系受信回路 "Rx (W)" の故障発生時も光信号の救済が可能である。

【0103】また同様に、光伝送装置 318-1~318-p から、出力端子 311-1~311-q を介して他局へ送信する箇所についても、 $n \times n$ 光スイッチ 306 を切り替えることによりプロテクションをかけることができる。

【実施例 5】第 5 の実施例としては、図 1 に示す第一の実施例において、 $m \times 1$ 光スイッチ 8 と $1 \times p$ 光スイッチ 13 を、入力 m 、出力 p の $m \times p$ マトリクススイッチに置き換え、また同様に、 $p \times 1$ 光スイッチ 12 と $1 \times m$ 光スイッチを、入力 p 、出力 m の $p \times m$ マトリクス

スイッチに置き換える構成が考えられる。

【0104】これにより、プロテクション用信号の設定本数を増加し、信頼性を向上させることができる。

【実施例 6】第 6 の実施例としては、図 3 に示す第三の実施例において、 $q \times 1$ 光スイッチ 212 と $1 \times p$ 光スイッチ 217 を、入力 q 、出力 p の $q \times p$ マトリクススイッチに置き換え、また同様に、 $p \times 1$ 光スイッチ 216 と $1 \times q$ 光スイッチを、入力 p 、出力 q の $p \times q$ マトリクススイッチに置き換える構成が考えられる。

【0105】これにより、プロテクション用信号の設定本数を増加し、信頼性を向上させることができる。

【0106】

【発明の効果】通常伝送系で使用される光伝送装置は、信頼性を確保するため、図 1 に示すように、送信回路 "Tx" および受信回路 "Rx" を $1+1$ の冗長構成としている。従来構成の光クロスコネクタでは、これら光伝送装置を収容する場合、 $n \times n$ 光マトリクススイッチの規模を大きくして各伝送装置の $1+1$ 冗長機能を一緒に収容するか、もしくは光伝送装置の冗長機能を削除し、信頼性の低い状態で使用することとなる。本発明の第 1 の実施例では、冗長系を構成するための光伝送装置を多数収容する時に、複数ある伝送装置の予備系の接続を $p:1$ とすることにより、システムの信頼性を確保しつつ、光スイッチの大規模化を抑え、さらに、インタフェース回路の数が低減可能であるという効果がある。

【0107】また、本発明の第 2 の実施例においては、 $1+1$ 冗長構成の光伝送装置を多数収容する時に、複数ある伝送装置の予備系の接続を $p:1$ とし、 $n \times n$ 光スイッチのポート数 n を 1 つ増やし、これをプロテクション用の経路設定用に使用している。このためシステムの信頼性を確保しつつ、光スイッチの大規模化を小さく抑え、インタフェース回路を多数必要としないという効果がある。

【0108】さらに、本発明の第 3 の実施例では、 $1+1$ 冗長構成の光伝送装置を多数収容する時に、プロテクション用波長を割り当て、複数あるプロテクション用波長の接続を $w:1$ にし、複数ある伝送装置の予備系の接続を $p:1$ とすることにより、システムの信頼性を確保しつつ、光スイッチの大規模化を抑え、インタフェース回路を多数必要としないという効果がある。

【0109】また、本発明の第 4 の実施例では、 $1+1$ 冗長構成の光伝送装置を多数収容する時に、プロテクション用波長を割り当て、複数あるプロテクション用波長の接続を $w:1$ にし、複数ある伝送装置の予備系の接続を $p:1$ とし、さらに $n \times n$ 光スイッチのポート数 n を 1 つ増やし、これをプロテクション用の経路設定用に使用している。このためシステムの信頼性を確保しつつ、光スイッチの大規模化を小さく抑え、インタフェース回路を多数必要としないという効果がある。

【0110】また、第 5 及び第 6 の実施例においては、

さらに、プロテクション用信号の設定本数を増加し、信頼性を向上させることが可能であるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例による光通信用ノードの構成を表す図である。

【図2】本発明の第2の実施例による光通信用ノードの構成を表す図である。

【図3】本発明の第3の実施例による光通信用ノードの構成を表す図である。

【図4】本発明の第4の実施例による光通信用ノードの構成を表す図である。

【図5】本発明で用いる光信号インタフェース回路の構成を表す図である。

【図6】本発明の光通信用ノードを用いた、光クロスコネクタによるネットワークの構成を表す図である。

【図7】本発明の第1の実施例における故障発生時の動作を説明するための図である。

【図8】本発明の第2の実施例における故障発生時の動作を説明するための図である。

【図9】本発明の光通信用ノードを用いた、光クロスコネクタによる波長分割多重を適用したネットワークの構成を表す図である。

【図10】本発明の第3の実施例における故障発生時の動作を説明するための図である。

【図11】本発明の第4の実施例における故障発生時の動作を説明するための図である。

【図12】4×4光マトリクススイッチの構成の一例を表す図である。

【図13】8×8光マトリクススイッチの構成の一例を表す図である。

【図14】32×32光マトリクススイッチの構成を表す図である。

【図15】第1の従来技術に基づく光通信用ノードの構成を表す図である。

【図16】第2の従来技術に基づく光通信用ノードの構成を表す図である。

【符号の説明】

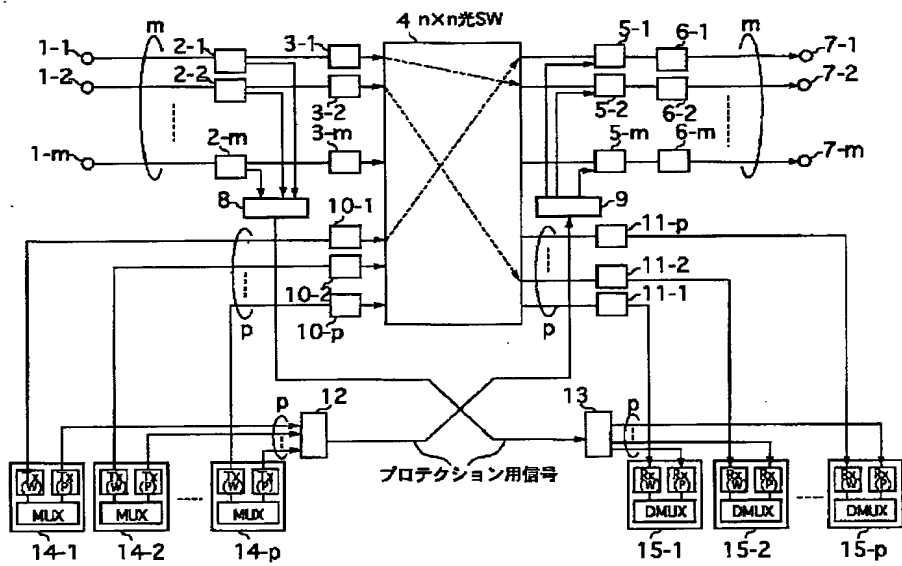
1-1~1-m: 光信号入力端子
 101-1~101-m: 光信号入力端子
 201-1~201-q: 光信号入力端子
 301-1~301-q: 光信号入力端子
 401-1~401-m: 光信号入力端子
 501-1~501-q: 光信号入力端子
 2-1~2-m: 1×2光スイッチ
 3-1~3-m: 光信号インタフェース回路
 6-1~6-m: 光信号インタフェース回路
 10-1~10-p: 光信号インタフェース回路
 11-1~11-p: 光信号インタフェース回路
 102-1~102-m: 光信号インタフェース回路
 104-1~104-m: 光信号インタフェース回路

106-1~106-(p+1): 光信号インタフェース回路
 107-1~107-(p+1): 光信号インタフェース回路
 205-1-1~205-q-w: 光信号インタフェース回路
 208-1-1~208-q-w: 光信号インタフェース回路
 214-1~214-p: 光信号インタフェース回路
 215-1~215-p: 光信号インタフェース回路
 305-1-1~305-q-w: 光信号インタフェース回路
 308-1-1~308-q-w: 光信号インタフェース回路
 314-1~314-(p+1): 光信号インタフェース回路
 315-1~315-(p+1): 光信号インタフェース回路
 402-1~402-m: 光信号インタフェース回路
 404-1~404-m: 光信号インタフェース回路
 406-1~406-p: 光信号インタフェース回路
 407-1~407-p: 光信号インタフェース回路
 408-1~408-p: 光信号インタフェース回路
 409-1~409-p: 光信号インタフェース回路
 505-1-1~505-q-w: 光信号インタフェース回路
 508-1-1~508-q-w: 光信号インタフェース回路
 514-1~514-p: 光信号インタフェース回路
 515-1~515-p: 光信号インタフェース回路
 516-1~516-p: 光信号インタフェース回路
 517-1~517-p: 光信号インタフェース回路
 4: n×n光マトリクススイッチ
 5-1~5-m: 2×1光スイッチ
 7-1~7-m: 光信号出力端子
 105-1~105-m: 光信号出力端子
 211-1~211-q: 光信号出力端子
 311-1~311-q: 光信号出力端子
 405-1~405-m: 光信号出力端子
 511-1~511-q: 光信号出力端子
 8: m×1光スイッチ
 9: 1×m光スイッチ
 12: p×1光スイッチ
 13: 1×p光スイッチ
 14-1~14-p: 光伝送装置
 15-1~15-p: 光伝送装置
 110-1~110-p: 光伝送装置
 111-1~111-p: 光伝送装置
 218-1~218-p: 光伝送装置
 219-1~219-p: 光伝送装置

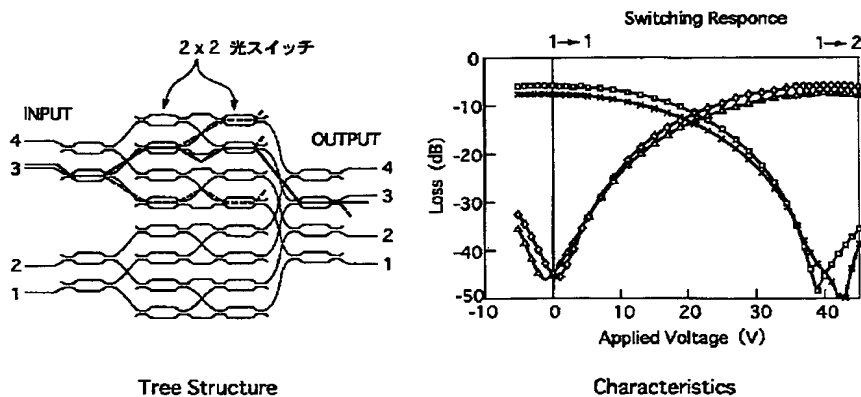
318-1~318-p: 光伝送装置
 319-1~319-p: 光伝送装置
 410-1~410-p: 光伝送装置
 411-1~411-p: 光伝送装置
 518-1~518-p: 光伝送装置
 519-1~519-p: 光伝送装置
 103: $n \times n$ 光マトリクススイッチ
 108: $p \times 1$ 光スイッチ
 109: $1 \times p$ 光スイッチ
 202-1~202-q: 光増幅器
 210-1~210-q: 光増幅器
 302-1~302-q: 光増幅器
 310-1~310-q: 光増幅器
 502-1~502-q: 光増幅器
 510-1~510-q: 光増幅器

203-1~203-q: 波長分離部
 303-1~303-q: 波長分離部
 503-1~503-q: 波長分離部
 204-1~204-q: 1×2 光スイッチ
 206: $n \times n$ 光マトリクススイッチ
 207-1~207-q: 2×1 光スイッチ
 209-1~209-q: 波長多重部
 309-1~309-q: 波長多重部
 509-1~509-q: 波長多重部
 212: $q \times 1$ 光スイッチ
 213: $1 \times q$ 光スイッチ
 216, 316: $p \times 1$ 光スイッチ
 217, 317: $1 \times p$ 光スイッチ
 306, 403, 506: $n \times n$ 光マトリクススイッチ

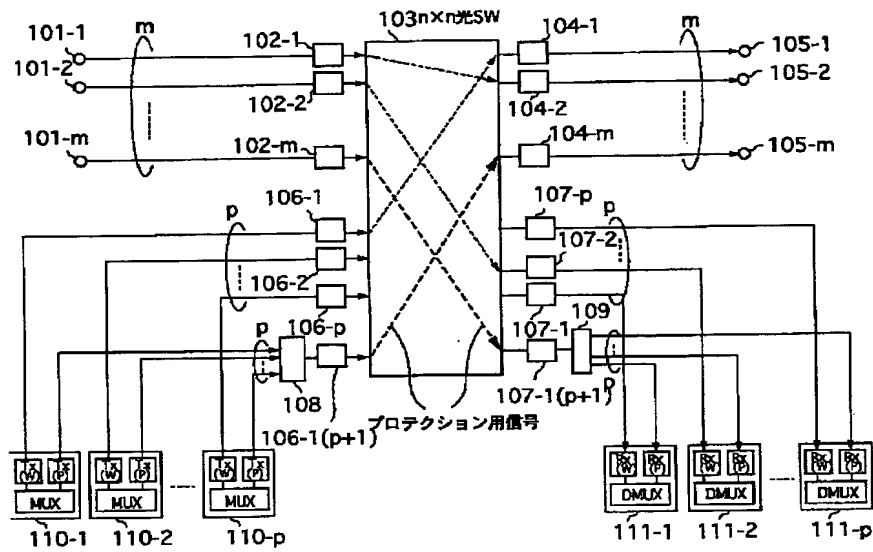
【図1】



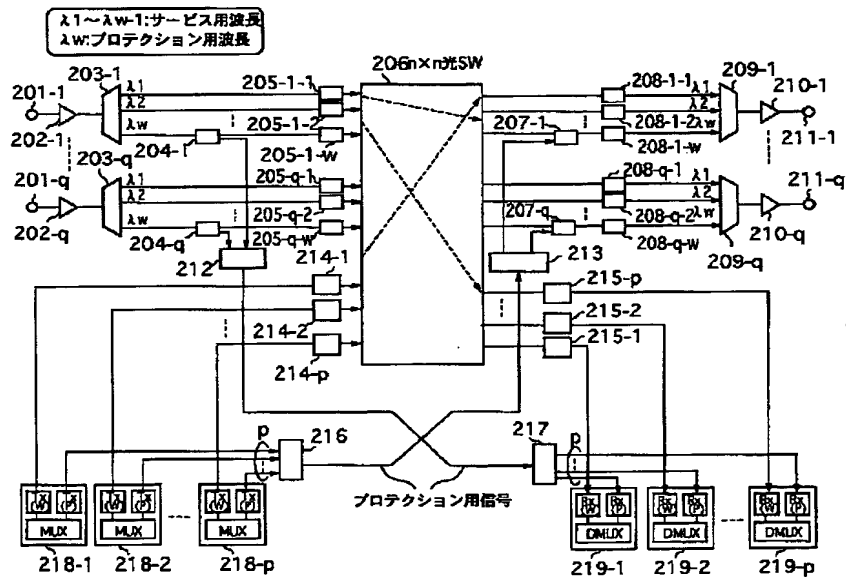
【図12】



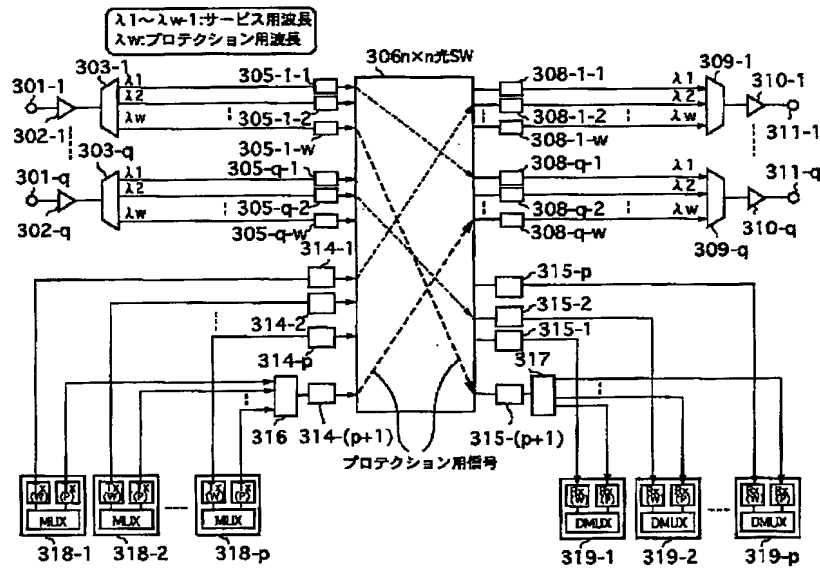
【図 2】



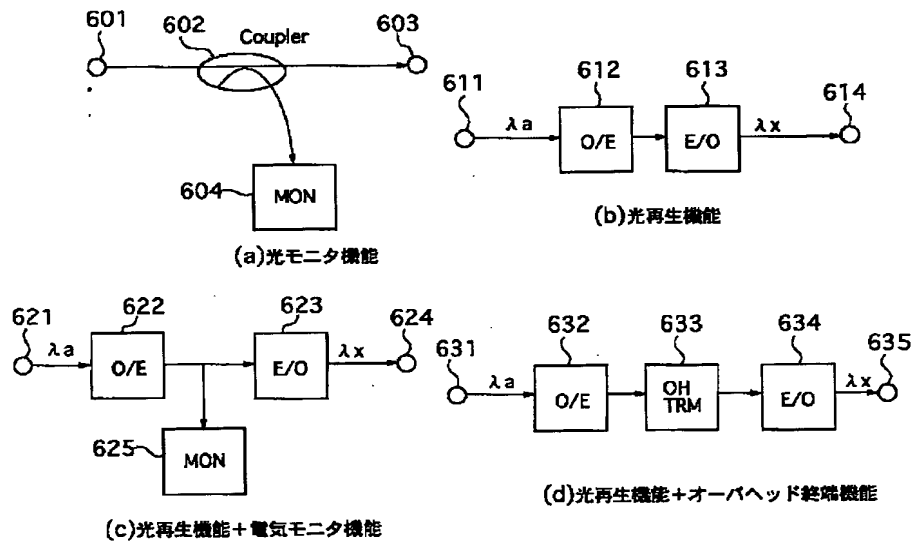
【図 3】



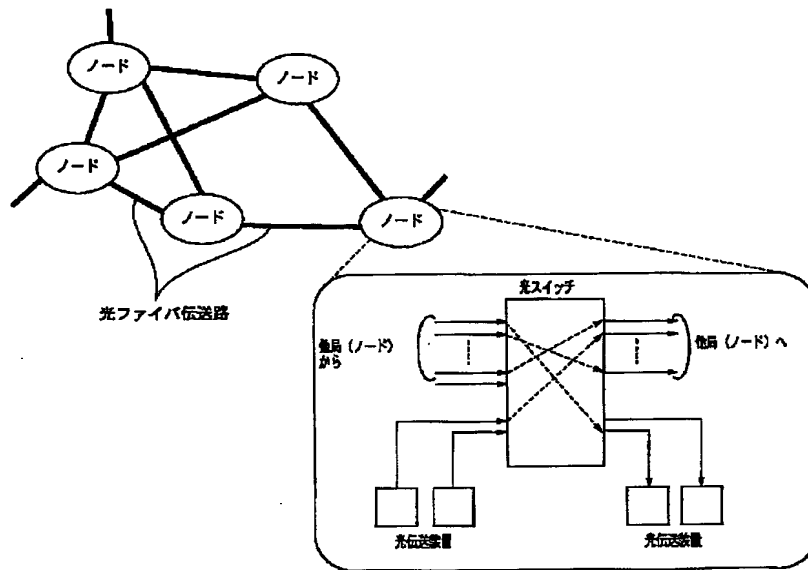
【図 4】



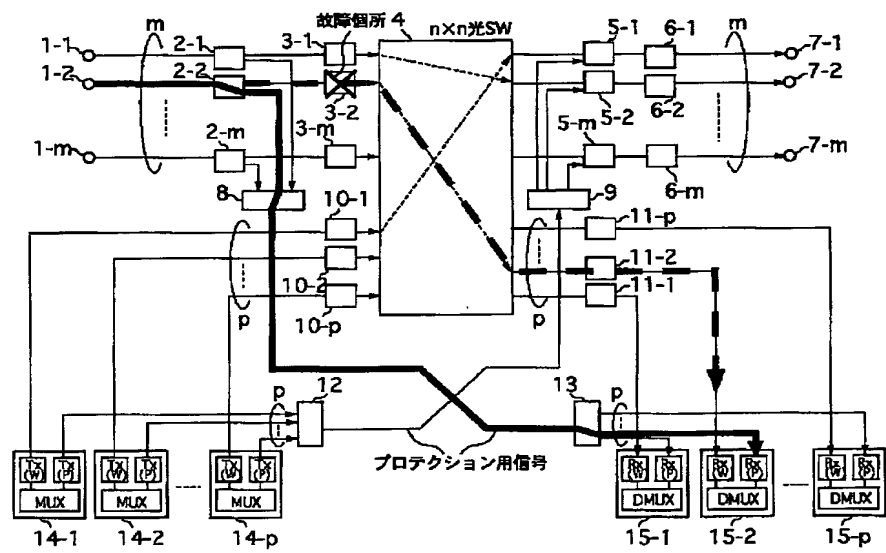
【図 5】



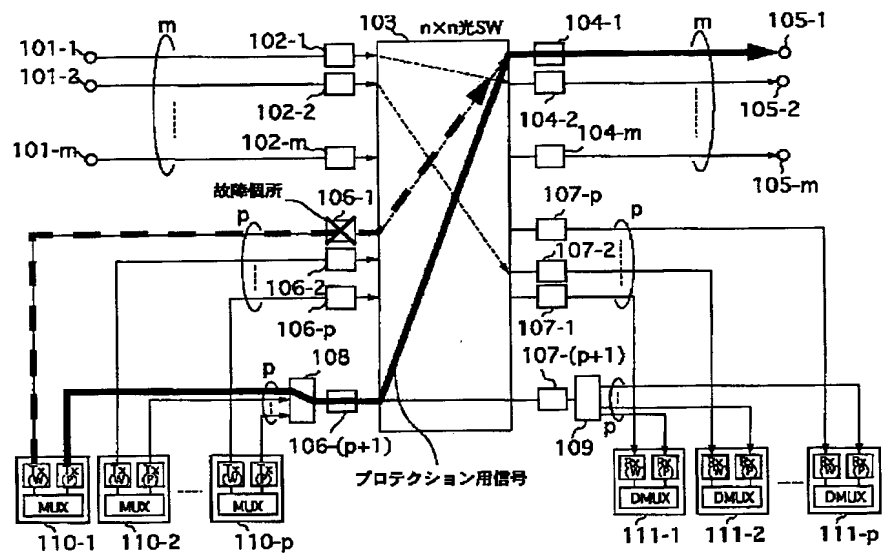
【図 6】



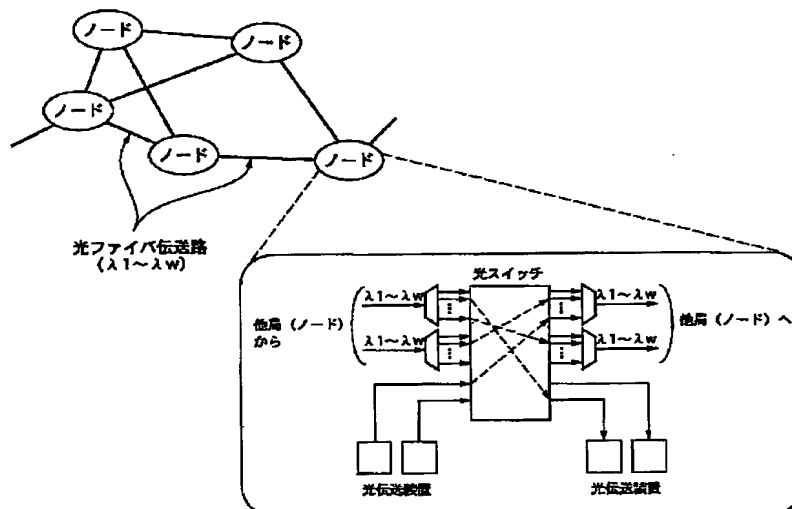
【図 7】



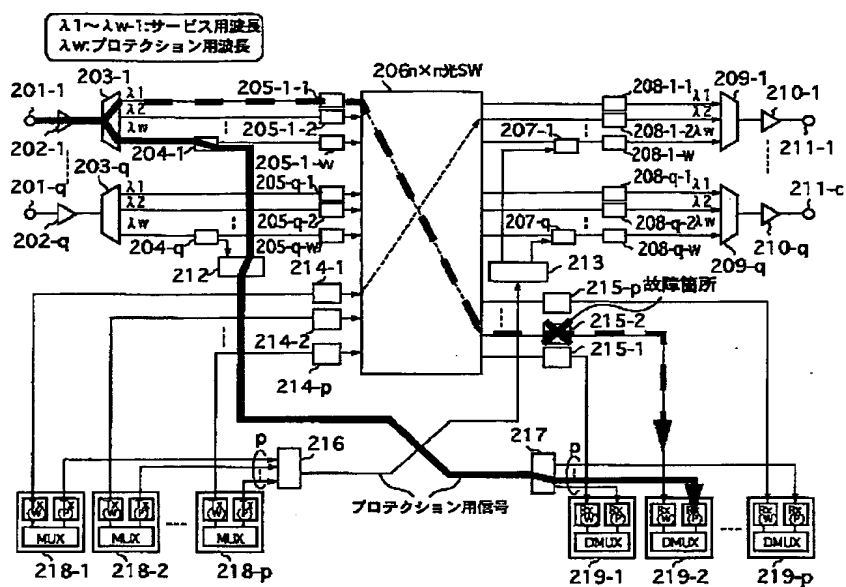
【図 8】



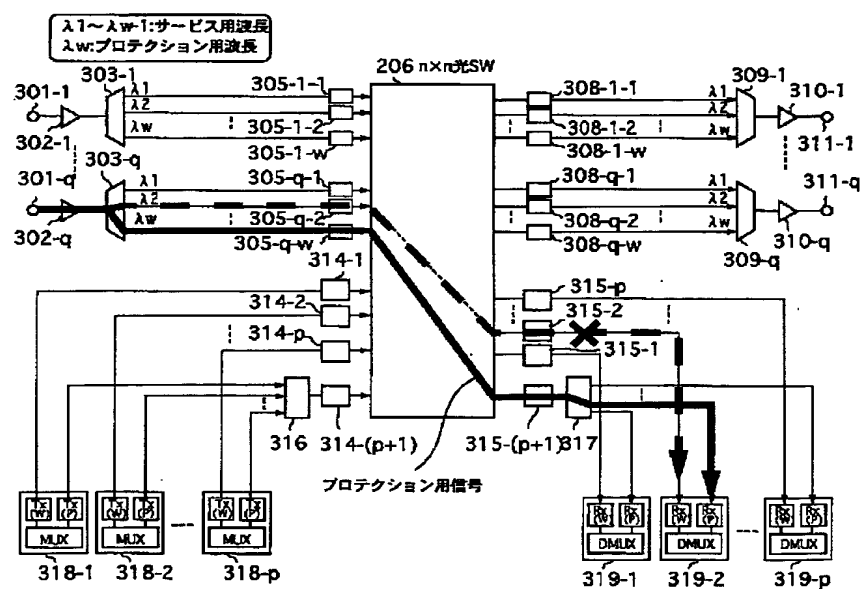
【図 9】



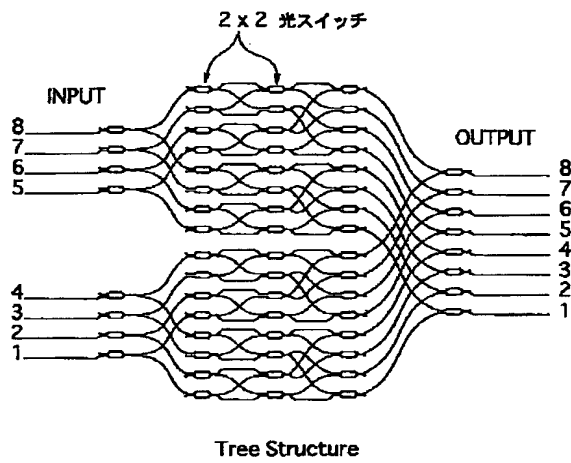
【図10】



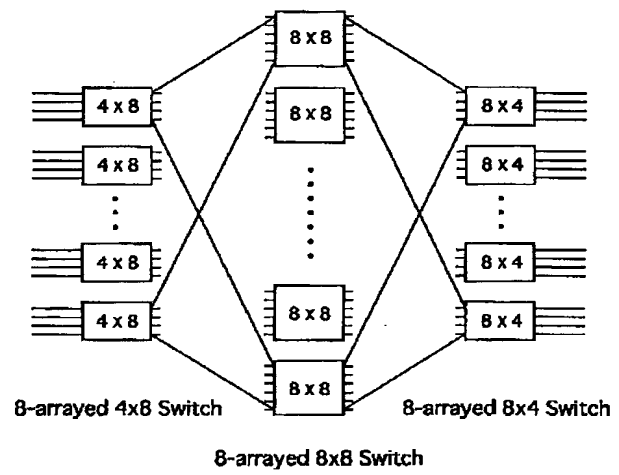
【図11】



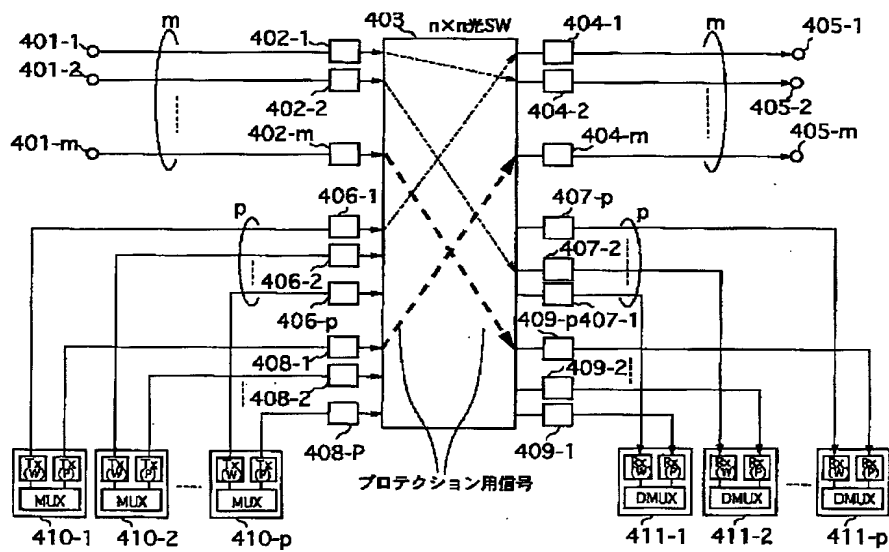
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



【図 16】

